

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

Том I — Метеорология

Издание 2023 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 2023 г.



ВСЕМИРНАЯ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ

ВМО-№ 1083

РЕДАКТОРСКОЕ ПРИМЕЧАНИЕ

Терминологическая база данных ВМО «МЕТЕОТЕРМ» доступна по адресу: <https://public.wmo.int/ru/meteoterm>.

Читателям, копирующим гиперссылки, выделяя их в тексте, следует учесть, что могут появиться дополнительные пробелы, непосредственно следующие за <http://>, <https://>, <ftp://>, <mailto:>, а также за наклонными чертами (/), дефисами (-), точками (.) 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 нажать на нее, а затем скопировать ее из браузера.

ВМО-№ 1083

© Всемирная метеорологическая организация, 2023

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:

Chair, 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 81 17
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

Стр.

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	v
1. ВВЕДЕНИЕ.....	1
1.1 БИП в контексте	1
1.2 Основные изменения в текущем издании	3
1.2.1 Иерархия результатов обучения.....	3
1.2.2 Устранение препятствий на пути к обучению	3
1.2.3 Приведение БИП в соответствие с национальными потребностями	4
1.2.4 Влияние на передовую практику в области преподавания, обучения и оценки.....	4
1.2.5 Обеспечение задела на будущее для БИП	4
1.2.6 Процесс пересмотра БИП-М и БИП-МТ	5
1.3 Переход на настоящее издание	6
1.4 Цель и характер БИП-М и БИП-МТ	6
1.5 Удовлетворение потребностей метеорологического сообщества	7
1.6 Структура БИП-М и БИП-МТ	8
1.6.1 Подход, основанный на результатах обучения	9
1.6.2 Определение результатов обучения	11
1.7 Разработка видов деятельности в области преподавания, обучения и оценки.....	16
1.7.1 Приобретение декларативных знаний	17
1.7.2 Приобретение процедурных знаний.....	18
1.7.3 Оценка	18
1.8 Разработка учебной программы.....	19
1.9 Рассчитанное на широкое участие преподавание и оценка	20
1.10 Тематические исследования в рамках применения БИП	20
1.10.1 Применение БИП-М	21
1.10.2 Применение БИП-МТ	24
1.11 БИП на более поздних этапах карьеры	24
2. ПАКЕТ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ МЕТЕОРОЛОГОВ.....	26
2.1 Особенности прочтения.....	26
2.2 Всеобъемлющие результаты обучения.....	26
2.3 Минимально необходимые знания по математике и физике.....	27
2.4 Обязательные темы	31
2.4.1 Физическая метеорология	31
2.4.2 Динамическая метеорология	36
2.4.3 Погодные системы и метеорологическое обслуживание	38
2.4.4 Наука о климате и климатическое обслуживание.....	44
2.5 Результаты обучения в области профессионального развития.....	46
2.5.1 Управленческие навыки	46
2.5.2 Навыки общения и работы в коллективе	46
2.5.3 Информационные технологии	48
2.5.4 Навыки проведения научных исследований	50
2.5.5 Историко-научный контекст развития метеорологии	51
2.6 Выборочные специализации.....	52
3. ПАКЕТ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ТЕХНИКОВ-МЕТЕОРОЛОГОВ.....	53
3.1 Особенности прочтения.....	53
3.2 Всеобъемлющие результаты обучения.....	53
3.3 Минимально необходимые знания по математике и физике.....	54
3.4 Обязательные темы	56
3.4.1 Основы географии, океанографии и гидрологии.....	56
3.4.2 Основы физической и динамической метеорологии.....	57
3.4.3 Основы синоптической и мезомасштабной метеорологии.....	58
3.4.4 Глобальная и локальная климатология	59
3.4.5 Образование облаков.....	60

3.4.6	Метеорологические параметры, приборы и методы наблюдений.	61
3.4.7	Основы контроля качества климатических данных	61
3.5	Результаты обучения в области профессионального развития.	62
3.6	Выборочные специализации.	63
4.	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	70

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая публикация представляет собой следующее издание *Руководства по применению стандартов образования и подготовки кадров в области метеорологии и гидрологии* (ВМО-№ 1083). Ее появление является итогом трех лет работы, начало которой было положено на состоявшемся в Женеве в ноябре 2018 года совещании, посвященном результатам опроса ряда групп заинтересованных сторон и поступившим от них позиционным документам. На совещании была сформирована группа по проведению обзора, которой предстояло рассмотреть пути претворения в жизнь установленных изменений.

Цель настоящего документа состоит в формировании общего представления об основных квалификационных требованиях к лицам, претендующим на звание метеоролога или техника-метеоролога в соответствии с определениями, изложенными в *Техническом регламенте* (ВМО-№ 49), и содействии национальным метеорологическим и гидрологическим службам (НМГС) в создании систем классификации персонала и разработке учебных программ, которые бы отвечали международным стандартам. Ожидается, что организации, исходя из местных и региональных условий, будут адаптировать или расширять минимально необходимый набор базовых знаний, содержащихся в пакетах обязательных программ, представленных в настоящем руководстве. Таким образом, у людей появятся дополнительные возможности для оценки своего соответствия требованиям к имеющимся у них знаниям, навыкам и личностным качествам, необходимым для выполнения конкретных задач на занимаемых ими должностях в их организации.

Основной акцент в настоящем издании сделан на обновлении пакета обязательных программ для техников-метеорологов (БМП-МТ). В предыдущих изданиях больше внимания уделялось пакету обязательных программ для метеорологов (БМП-М), вероятно, из-за его сложности и специфики, обусловленной внешними факторами. Настоящее издание по меньшей мере в равной степени охватывает БМП-МТ и БМП-М, учитывая результаты вышеупомянутого опроса и беспрецедентное количество отзывов от групп заинтересованных сторон. Предполагается, что сформулированные руководящие указания, содержащиеся в части 3 настоящего документа, помогут НМГС обеспечить единообразие классификации своих техников-метеорологов и соблюдение квалификационных стандартов, изложенных в *Техническом регламенте* (ВМО-№ 49), том I, часть V.

Я выражаю благодарность группе по проведению обзора под руководством Коллин Рэ (Южная Африка), Стивена Каллагана (Великобритания), Кристофера Вебстера (Новая Зеландия) и Уинифред Джордан (Южная Африка) за их многолетнюю приверженность и преданность делу подготовки этого нового издания. Я выражаю признательность членам группы: Диакари Конне (Нигер), Мойре Дойл (Аргентина), Джону Питерсу (Британские Карибские территории), Нур Нурхати (Индонезия), Анне Тимофеевой (Российская Федерация), Питеру Оджуго (Нигерия), Яо Сюпину (Китай), Соменату Дутта (Индия), Кевину Шарфенбергу (Соединенные Штаты Америки), Питеру Дэвидсону и Мику Поупу (Австралия), а также Изабель Бо и Людовику Буйу (Франция). Я также хотел бы поблагодарить консультантов Роберта Риддауэя, Салли Волковски и Джона Метвена (Великобритания), а также всех, кто участвовал в разработке настоящего документа,

в частности директоров региональных учебных центров (РУЦ) и других лиц, которые участвовали в проведении обзора первого и последующих проектов документа и чей весомый вклад позволил добиться гораздо более качественного результата. И наконец, я выражаю благодарность координационной группе Секретариата ВМО, возглавляемой д-ром Йинкой Адебайо, при поддержке д-ра Патрика Пэрриша (в отставке), г-жи Люсиан Вик и г-на Мустафы Адигузеля из Бюро образования и подготовки кадров.



Проф. Петтери Таалас
Генеральный секретарь

1. ВВЕДЕНИЕ

В пакете обязательных программ для метеорологов и пакете обязательных программ для техников-метеорологов (далее — БИП-М и БИП-МТ соответственно) определены требования к уровню подготовки тех, кто учится на метеоролога и техника-метеоролога. Именно достижение результатов, обозначенных в БИП-М и БИП-МТ, дает основания считать кого-либо метеорологом или техником-метеорологом по смыслу определений, изложенных в *Техническом регламенте* (ВМО-№ 49). После прохождения пакета обязательных программ (БИП) метеоролог или техник-метеоролог сможет продемонстрировать — посредством изучения атмосферных наук и применения полученных знаний — способность на профессиональном уровне использовать, совершенствовать и передавать соответствующие научные знания на благо общества.

Компетенции и навыки, необходимые метеорологам, работающим в различных областях, включая проведение научных исследований, консультирование и оперативное прогнозирование, как правило, в значительной степени увязаны с определенным регионом, страной, службой и т. д. Сказанное также относится к компетенциям и навыкам техников-метеорологов, работающих в различных областях, в том числе занимающихся метеорологическими наблюдениями, приборным оснащением и контролем климатических данных. Эти компетенции и навыки будут стремительно эволюционировать по мере развития науки, техники и стандартов предоставления обслуживания. Роль БИП состоит в формировании базовых, общих для всех метеорологов и техников-метеорологов знаний и умений, которые служат отправной точкой в развитии навыков и компетенций, необходимых для выполнения конкретных функций, и создании условий для дальнейшей учебы на протяжении всей карьеры.

В настоящем издании основное внимание по-прежнему уделяется определению результатов обучения, которых необходимо достичь метеорологам и техникам-метеорологам всех категорий, в том числе базовым знаниям и навыкам, единым с точки зрения систем компетенций ВМО. В то же время настоящее издание определенно оставляет учебным заведениям, Членам ВМО и работодателям возможность адаптировать результаты обучения к характеру учебного курса или национальным потребностям. Такой подход ведет к появлению на первый взгляд противоречивого набора требований: как можно обеспечивать соответствие международному стандарту, сохраняя при этом очевидный прагматизм и гибкость?

В ходе последнего основательного пересмотра БИП на смену *Руководящим принципам образования и подготовки кадров в области метеорологии и оперативной гидрологии* (ВМО-№ 258) пришло *Руководство по применению стандартов образования и подготовки кадров в области метеорологии и гидрологии* (ВМО-№ 1083), том I «Метеорология». Причиной тому послужил переход от системы классификации персонала и соответствующих учебных планов к системе, основанной на результатах обучения, — другими словами, переход к системе, в которой ведущая роль отводится достижениям учащегося. В настоящем издании реализуется более дальновидный подход: суть того, что должны уметь делать все метеорологи и техники-метеорологи, была сведена в набор всеобъемлющих результатов обучения, при этом особо подчеркивается, что более подробные результаты призваны направлять, а не ограничивать учебные заведения.

1.1 БИП в контексте

С тех пор как было опубликовано предыдущее издание этих руководящих принципов, прохождение БИП-М для метеорологов, предоставляющих обслуживание сектору гражданской авиации (в качестве авиационных метеорологов-прогнозистов или АМП), стало обязательным, а это означает, что к содержанию самого БИП-М будет закономерно обращено повышенное внимание¹. В то же время была проделана большая работа по определению роли профессиональных компетенций и систем компетенций, особенно в

¹ Или по крайней мере к тем элементам, которые имеют непосредственное отношение к работе авиационных метеорологов-прогнозистов. См. *Технический регламент* (ВМО-№ 49), том I, часть V.

области авиационного прогнозирования и наблюдений, других видов прогнозирования, климатического обслуживания, приборного оснащения и других видов наблюдений. Сообщество также приступило к разработке систем требований к навыкам, например, в области спутниковой и радиолокационной метеорологии. ВМО опубликовала их в *Compendium of WMO Competency Frameworks* (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209).

Именно наличие навыков и компетенций — либо описанных в системах компетенций, либо определенных работодателями или учебными заведениями, такими как университеты, — является признаком грамотного специалиста. Достижение результатов обучения, указанных в БИП-М или БИП-МТ, служит необходимым условием для приобретения компетенций на рабочем месте. Однако БИП-М и БИП-МТ не определяют профессиональные компетенции, а потому для подготовки человека к выполнению конкретной работы одного их прохождения недостаточно.

С позиции образования и подготовки кадров в области метеорологии считается, что стать профессиональным метеорологом или техником-метеорологом можно несколькими путями. Многие программы по образованию и подготовке кадров будут предусматривать освоение основополагающих наук об атмосфере, достижение иных результатов (из БИП-М и БИП-МТ) и развитие прочих навыков (из систем требований к ним). Программы, вероятно, также будут включать и другие дополнительные учебные дисциплины, связанные, как правило, с научными интересами учебного заведения, или даже охватывать значительную часть компетенций, необходимых для отдельных должностей (из систем компетенций).

Учебные заведения и работодатели должны определить общий перечень результатов обучения, отвечающих национальным потребностям, используя в качестве основы БИП-М или БИП-МТ. Членам ВМО рекомендуется сотрудничать с учебными заведениями в целях обеспечения учета в образовательных программах дальнейших перспектив трудоустройства слушателей и потребностей НМГС в людских ресурсах, для чего необходимо рассмотреть вопрос о целесообразности включения в них информации о применении научных знаний, как указано в системах компетенций.

Основными целями настоящего издания БИП-М и БИП-МТ являются:

- поместить БИП в контекст общей системы образования и подготовки кадров, охватывающей образовательные основы, системы требований к навыкам и системы компетенций;
- обеспечить соответствие БИП требованиям различных, претерпевающих изменения должностных обязанностей и дать четкие указания относительно применения БИП в ходе исполнения этих обязанностей, причем для многих из них ведущая роль отводится стандартным системам требований к навыкам и системам компетенций;
- удовлетворить потребности всего мирового метеорологического сообщества, независимо от размера и уровня развития. В частности, речь идет об устранении препятствий на пути обучения и подготовки метеорологов и техников-метеорологов, которые имеют существенное значение для предоставления оперативного обслуживания в ключевых отраслях, таких как авиация;
- обеспечить достаточную гибкость, с тем чтобы удовлетворять дальнейшие потребности в быстро меняющемся мире;
- соблюдать научную точность БИП: хотя пакеты программ и предназначены для лиц, желающих занять должности, связанные с научными исследованиями или оперативной деятельностью, они будут оставаться хорошим вариантом для тех, кто хочет получить углубленное представление о выраженном в числах, физически обоснованном предмете наук о Земле;

- свести к минимуму работу, необходимую для подтверждения или изменения существующих программ, четко обозначив при этом необходимые изменения.

С подробностями о том, как были достигнуты эти цели, можно ознакомиться в последующих разделах.

1.2 Основные изменения в текущем издании

1.2.1 Иерархия результатов обучения

Во избежание неверного толкования БИП как серии связанных между собой, но разрозненных тем, был подготовлен перечень всеобъемлющих результатов обучения², резюмирующих информацию о тех способностях, которые должны демонстрировать метеорологи и техники-метеорологи. Все эти всеобъемлющие результаты призваны объединить образовательные результаты обучения и содействовать внедрению комплексных программ по образованию и подготовке кадров, в которых взаимосвязь между различными составляющими является очевидной, а применение достижений нашей науки для решения реальных практических задач занимает центральное место.

Хорошо известно, что с точки зрения сохранения и передачи знаний контекстуализация и возможность сразу применять полученные знания представляют ценность для слушателей³. В этой связи БИП за счет всеобъемлющих результатов обучения будут содействовать осуществлению такого подхода, созвучного идеям К.-Г. Россби (1934 г.), который писал:

«Таким образом, представляется, что основная задача любого метеорологического образовательного и научно-исследовательского учреждения должна состоять в наведении мостов между математиком и специалистом-практиком, иными словами, необходимо заставить эксперта в области погоды осознать ценность скромного теоретического образования и побудить теоретика время от времени поглядывать на синоптическую карту».

Изменения, внесенные в ходе последнего значительного пересмотра БИП, включали замену перечня тем системой результатов обучения. Эта работа была не только продолжена, но и расширена, и удалось добиться того, чтобы результаты обучения четко отражали ожидания от квалификации метеоролога или техника-метеоролога к концу академической программы, соответствующей БИП-М или БИП-МТ. Часть проделанной работы, особенно в отношении БИП-М, была ориентирована на когнитивные процессы более высокого порядка, с тем чтобы слушатели и преподаватели сосредоточили внимание на применении достижений науки для решения реальных практических задач в различных областях и в разных пространственных и временных масштабах.

В некоторых результатах обучения произошла смена акцентов, поэтому был добавлен небольшой раздел с пояснениями относительно лежащей в основе документа философии и предполагаемого значения некоторых используемых глаголов.

1.2.2 Устранение препятствий на пути к обучению

В ответах, полученных от Членов ВМО по итогам опроса, в том числе отмечалась необходимость сведения к минимуму связанной с БИП нагрузки — будь то фактической или предполагаемой — для преподавателей, слушателей и работодателей. Возможности для получения образования в области метеорологии можно расширить за счет сокращения нагрузки или соответствующих препятствий на пути к обучению,

² Определение понятия «всеобъемлющие результаты обучения» дано в разделе 1.6.

³ См., например, Hoffman, et al., 2017.

обусловленных географическим местоположением, финансовыми соображениями или рабочими и семейными обстоятельствами, которые не позволяют посещать очные и заочные курсы.

Некоторые Члены ВМО также обратили внимание на слишком формальный подход к делу, который, по их мнению, не соответствует реальным потребностям НМГС в людских ресурсах. Комментарии касались общего размера БИП, а также актуальности и характера отдельных разделов.

Вместо того чтобы полностью удалить темы (не было единого мнения о том, какие темы являются лишними), было решено придерживаться нескольких подходов:

- информация о знаниях и навыках мышления, требуемых от метеорологов и техников-метеорологов, изложена более подробно;
- приводится несколько методик преподавания и оценки результатов обучения, с тем чтобы документ ненароком не приобрел форму предписания;
- описаны альтернативные подходы к достижению результатов обучения, например, посредством Глобального кампуса ВМО, который предоставляет площадку для проведения обучения и справочные материалы.

Еще один способ сократить число препятствий на пути построения карьеры в метеорологии — это повысить доступность и открытость программ для всех членов общества, о чем говорится в разделе 1.9, посвященном рассчитанному на широкое участие преподаванию и оценке.

1.2.3 ***Приведение БИП в соответствие с национальными потребностями***

В последующих разделах части 1 речь идет об использовании результатов обучения для разработки программы обучения, в том числе вновь подчеркивается тот факт, что решение о том, каким образом достигаются результаты, должно приниматься учебными заведениями и отдельными преподавателями, исходя из конкретных национальных или региональных потребностей. Такая система позволяет реализовать целый спектр вариантов БИП. Например, в БИП-М могут находить применение сугубо математические или теоретические подходы, ориентированные на научно-исследовательскую работу, либо более качественные, но не менее строгие подходы, отвечающие потребностям НМГС в людях, способных применять знания из области метеорологии в целях оказания поддержки пользователям в оперативной обстановке.

В новом разделе (1.8) кратко объясняется порядок включения БИП в учебную программу, соответствующую национальным потребностям.

1.2.4 ***Влияние на передовую практику в области преподавания, обучения и оценки***

Добавлен небольшой раздел (в п. 1.6), призванный подчеркнуть сохраняющуюся необходимость внедрения в систему образования и подготовки кадров в области метеорологии видов практики преподавания и оценки, основанных на фактических данных.

1.2.5 ***Обеспечение задела на будущее для БИП***

В последующих разделах (2.5 и 3.5) представлен перечень результатов профессионального обучения в целях предоставления учебным заведениям руководящих

указаний по работе в таких областях, как коммуникативные навыки и информационные технологии, определенные аспекты которых слушатели должны изучить для достижения всеобъемлющих результатов.

В эти разделы также включены результаты, связанные с навыками нынешних и будущих метеорологов и техников-метеорологов, для которых не существует отдельной системы компетенций. К навыкам метеорологов относится умение проводить научные исследования и разбираться в теории анализа и обработки данных. Эти разделы призваны стать отправной точкой для обсуждения и разработки курса, отвечающего требованиям к осуществлению указанных функций. Учебным заведениям рекомендуется предоставлять слушателям возможности для овладения этими навыками и изучения дополнительных тем, таких как бизнес и менеджмент, которые помогут им в дальнейшем продвижении по карьерной лестнице.

1.2.6 **Процесс пересмотра БИП-М и БИП-МТ**

Важно поддерживать актуальность БИП и связанных с ними руководящих указаний по мере развития науки, техники и практической деятельности в области метеорологии. Кроме того, стоит признать, что, несмотря на тщательную подготовку настоящего издания, после публикации в нем все равно могут оказаться некоторые ошибки или неточности.

Для их устранения была разработана специальная процедура пересмотра, которая позволит Членам ВМО предлагать уточнения и поправки, а также регулярно проводить более пристальный анализ достоверности.

В разделе «Общие положения» *Технического регламента* (ВМО-№ 49) описан порядок, которому необходимо следовать для внесения изменений в стандартные практики, в том числе в БИП. Процесс должен осуществляться следующим образом:

- Бюро образования и подготовки кадров будет запрашивать и обобщать предложения Членов ВМО о внесении поправок;
- в случае если необходимость или желание внести поправки в БИП будет обоснованным, Бюро образования и подготовки кадров поручит группе экспертов рассмотреть изменения и представить доклад о них;
- в случае отсутствия предложений о внесении поправок со стороны Членов ВМО назначенная группа экспертов будет каждые восемь лет рассматривать вопрос о необходимости обновления БИП;
- если группа экспертов порекомендует изменения, будут проведены обстоятельные консультации по корректируемым БИП, и если изменения получают поддержку, их внесут на утверждение Конгресса.

Руководство, составляющее этот том, не является частью *Технического регламента* (ВМО-№ 49), тем не менее вносимые в него уточнения или поправки должны быть утверждены Исполнительным советом. В целях содействия внесению необходимых изменений в настоящее руководство Бюро образования и подготовки кадров будет:

- собирать предложения об уточнениях или поправках от Членов ВМО;
- готовить и публиковать информацию об обновлениях относительно изменений, которые являются незначительными и не вызывают споров, каждые два года;
- проводить тщательный анализ руководства и каждые восемь лет пересматривать БИП, как описано выше.

1.3 **Переход на настоящее издание**

В ходе подготовки настоящего издания БИП-М и БИП-МТ был рассмотрен вопрос о дополнительной работе, которую, возможно, придется провести учебным заведениям для обеспечения соответствия их программ установленным требованиям. Многие из них совсем недавно перешли на предыдущее издание, и такой шаг стал для них серьезным мероприятием.

Есть надежда, что после публикации настоящего издания не потребуются срочно вносить изменения в действующие программы. Так или иначе, при плановом пересмотре модулей, курсов или программ в рамках местных процессов обеспечения качества образования, следует придерживаться философии комплексного и прагматичного обучения, заложенной в соответствующих всеобъемлющих результатах обучения и скорректированных образовательных результатах.

1.4 **Цель и характер БИП-М и БИП-МТ**

БИП-М и БИП-МТ определяют набор базовых знаний, которые должны приобрести все профессиональные метеорологи и техники-метеорологи, а также то, как им необходимо уметь думать и действовать, используя эти знания. Такая система сама по себе должна отражать роль метеорологов и техников-метеорологов всех категорий, независимо от того, занимаются ли они научной или практической деятельностью в области метеорологии или применяют эти научные знания на благо общества.

Бывает, что профессионалов в какой-либо области определяют не по тому, что они делают, а по тому, зачем они это делают. Такие люди действуют целенаправленно, тщательно обдумав вопрос и приняв взвешенное решение с опорой на свои знания в данной области и развитые навыки критического мышления⁴. По этой причине БИП ориентированы на то, чтобы слушатели, помимо изучения науки об атмосфере, в обязательном порядке осваивали целый комплекс прикладных профессиональных знаний. Так, в БИП-М делается акцент на когнитивных навыках более высокого порядка, а не на декларативных знаниях, которые должны быть включены в учебный план.

Лица, стремящиеся изучать метеорологию в НМГС, региональном учебном центре (РУЦ), университете или другом учебном заведении, будут иметь разное полученное до этого образование, разные знания и представления о метеорологической и климатической науке, а также разные причины следовать выбранному пути. Они также будут использовать самые разные карьерные возможности как в метеорологии, так и в других областях, в том числе в научных исследованиях, консалтинге, приборном оснащении и прогнозировании. С помощью БИП невозможно создать программу обучения, отвечающую индивидуальным потребностям всех слушателей или учитывающую специфику карьерного роста каждого из них. В силу необходимости этот документ должен содержать определенные допущения относительно общего уровня предыдущего образования, одновременно предоставляя рекомендации о том, какие области — такие как математика и физика — необходимы для понимания наук об атмосфере.

В настоящей публикации не представляется возможным и не предпринимается попытка подробно описать навыки и компетенции, требуемые в конкретных видах профессиональной деятельности, таких как прогнозирование, выполнение наблюдений и проведение научных исследований. Предполагается, что для самостоятельного осуществления профессиональных функций человек, помимо или наряду с БИП, нуждается в дополнительном, более специализированном образовании и подготовке. Подробнее о том, как этого добиться в ряде подобных ситуаций, речь идет в других публикациях ВМО, как указано в разделе 1.10 «Тематические исследования в рамках применения БИП».

⁴ См., например, Biggs & Tang, 2011, p. 160—161.

1.5 Удовлетворение потребностей метеорологического сообщества

Ключевым поводом для нынешнего пересмотра БИП послужило желание устранить препятствия — будь то реальные или предполагаемые — на пути образования и подготовки метеорологов и техников-метеорологов в целях удовлетворения потребностей общества. Одним из таких препятствий, выявленных Членами ВМО, является количество результатов обучения, содержащихся в БИП. Одни отмечали, что их слишком много или что они перегружены теорией, другие хотели ввести дополнительные темы или глубже раскрыть те, что уже есть.

Поскольку время, отведенное на программы по образованию и подготовке кадров, ограничено, вопросы широты охвата тем в сравнении с уровнем погружения в них при подготовке учебной программы приобретают решающее значение. Слишком обширный учебный план обойдется дорого, а большая часть знаний будет передана в сжатой форме и быстро забудется. Специалист в области возрастной психологии Говард Гарднер (Brandt, 1993) сказал, что «заклятый враг понимания — это говорить обо всем и сразу. До тех пор, пока вы пытаетесь объять все, вы фактически обрекаете себя на то, что большинство... вас просто не поймут».

К числу насущных потребностей, с которыми сегодня сталкивается сообщество ВМО, относится нехватка прогнозистов, чья квалификация отвечает стандартам БИП-М, особенно это заметно в авиационном секторе⁵. Так, наименее развитые страны, а также многие другие государства рассчитывают на то, что отправка людей на обучение в университеты более развитых стран сможет удовлетворить их насущные потребности в прогнозистах. В контексте БИП-М и БИП-МТ изучение метеорологии как академической дисциплины остается критически важным фактором дальнейшего сохранения динамики научных исследований в области метеорологии и развития метеорологической практики, поэтому глобальная система образования и подготовки кадров должна быть достаточно гибкой, с тем чтобы удовлетворять потребности в людских ресурсах как для научных исследований, так и для оперативной деятельности.

Настоящее издание БИП было подготовлено так, чтобы можно было проявлять гибкость в его применении и, соответственно, комплексно решать обозначенную проблему. Некоторые всеобъемлющие результаты обучения, распространяющиеся на все страны, являются обязательными. Что касается более конкретных результатов, то от членов ВМО и их учебных заведений явно требуется гибко применять их для удовлетворения своих особых потребностей; подробные руководящие указания относительно того, как это делать, приведены ниже.

Глобальное сообщество по образованию и подготовке кадров обязано принимать меры к тому, чтобы программы обучения отвечали потребностям тех, кто будет применять достижения метеорологической науки для удовлетворения нужд людей, предприятий и общества в рамках многочисленных функций по предоставлению обслуживания, включая те, которые, как считается, традиционно входят в обязанности прогнозиста или техника. Если говорить о БИП-М, то лишь немногие университеты предлагают курсы по прогнозированию или другим прикладным областям метеорологии (Hoffman, et al., 2017, p. 55), восполнить этот пробел позволяет обучение после трудоустройства, если у работодателя есть возможность его обеспечить. Есть надежда, что повышение гибкости БИП позволит появиться большему количеству программ, которые помогут преодолеть разрыв между академическим обучением и приобретением компетенций в процессе работы.

⁵ В данном случае понятия «прогнозист» и «оперативный метеоролог» употребляются как синонимы. Слова «прогнозист» и «прогнозирование» используются для краткости. Общеизвестно, что функции прогнозистов претерпели изменения. Теперь они выполняют более широкий круг задач, многие из которых выходят за рамки тех, которые традиционно относились к прогнозированию.

1.6 Структура БИП-М и БИП-МТ

Был разработан новый набор всеобъемлющих результатов обучения⁶, который в общих чертах передает философию БИП-М и БИП-МТ, очерчивая круг знаний и навыков, которые являются общими для всех метеорологов и общими для всех техников-метеорологов. Эти результаты будут достигаться путем изучения наук об атмосфере и смежных тем, а также оценки усвоения материала.

В предыдущей версии БИП-М результаты обучения были сгруппированы по пяти разделам: ключевые темы по математике, физике и дополнительным предметам; физическая метеорология; динамическая метеорология; синоптическая и мезомасштабная метеорология; климатология. Такое деление по-прежнему представляется логичным и приемлемым, и для удобства оно было в основном сохранено (с небольшим смещением акцентов). Тем не менее в содержащиеся в этих разделах результаты были внесены изменения с точки зрения их содержания и уровня используемых когнитивных навыков.

В предыдущей версии БИП-МТ результаты обучения были сгруппированы по таким разделам, как ключевые темы по математике, физике и дополнительным предметам; основы физической и динамической метеорологии; основы синоптической и мезомасштабной метеорологии; основы климатологии; метеорологические приборы и методы наблюдений. Как и в БИП-М, ключевые темы в основном остались прежними, но акценты расставлены по-другому. Оставшиеся результаты обучения сгруппированы в восемь обязательных тем: основы географии и океанографии; основы гидрологии; основы физической, динамической, синоптической и мезомасштабной метеорологии; глобальная и локальная климатология; образование облаков; представление информации; навыки использования информационных технологий; метеорологические параметры; контроль качества климатических данных. Кроме того, существуют выборочные специализации: техник-метеоролог (обычно за основу берутся соответствующие требования к компетенциям), авиационный метеоролог-наблюдатель, техник по метеорологическим приборам, техник по приборам контроля качества воздуха, морской метеоролог-наблюдатель, специалист по контролю качества климатических данных и техник в области морского прогнозирования и прогнозирования для населения.

Иерархия результатов представлена на рисунке 1 а) и 1 б). На вершине иерархии находятся системы компетенций, определенные в *Compendium of WMO Competency Frameworks* (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209). В *Руководстве по компетенциям* (ВМО-№ 1205) более полно описана взаимосвязь между компетенциями, необходимыми для выполнения определенных должностных функций, и квалификацией, требуемой для освоения профессии. Системы компетенций должны служить основным ориентиром для оценки того, достаточно ли человек компетентен, для того чтобы выполнять те или иные функции, а за руководящими указаниями по использованию этих систем следует обращаться к *Руководству по компетенциям* (ВМО-№ 1205).

Хотя результаты обучения представлены в нескольких отдельных разделах, внутри разделов и между ними существуют связи. Например, метеорологи и техники-метеорологи должны уметь синтезировать знания, выходя за рамки обозначенных границ, в целях решения задач и создания решений. Поэтому важно помнить, что расположение результатов обучения в отдельных разделах не означает, что их следует достигать отдельно друг от друга. Необходимо поощрять междисциплинарное мышление, о чем можно прямо указать в учебных программах.

⁶ Определение понятия «всеобъемлющие результаты обучения» дано в разделе 1.6.

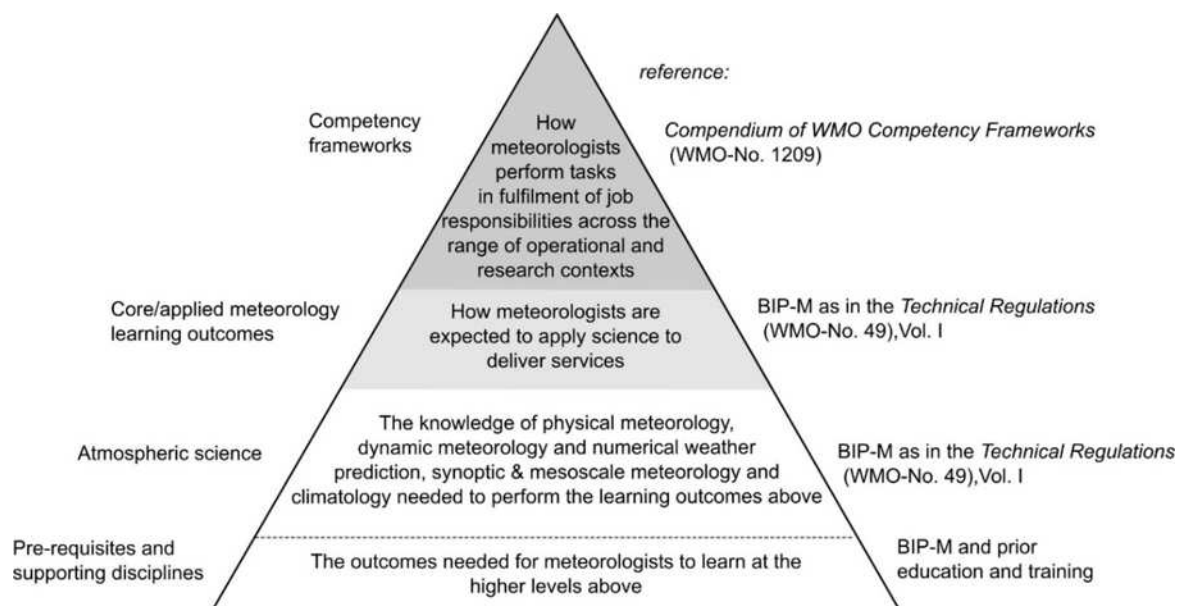


Рисунок 1 а). Иерархия результатов образования и подготовки метеорологов

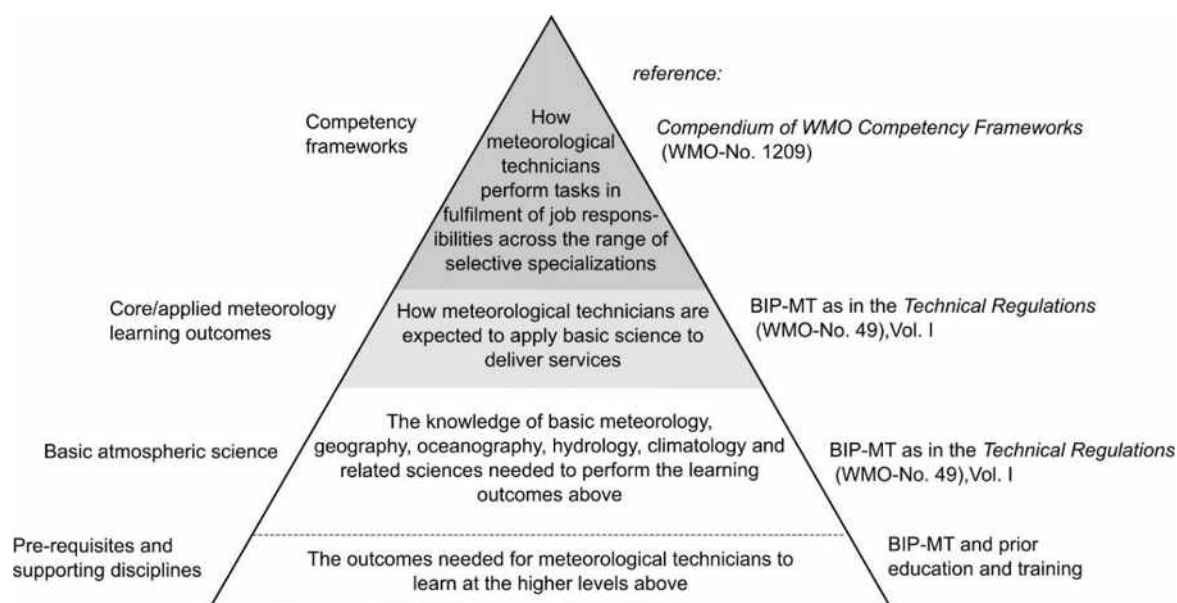


Рисунок 1 б). Иерархия результатов образования и подготовки техников-метеорологов

1.6.1 **Подход, основанный на результатах обучения**

Основным нововведением в последнем издании БИП стал переход от краткого учебного плана к системе результатов обучения. Причины такого изменения звучат актуально и сегодня, о чем сказано в издании *Руководства по применению стандартов образования и подготовки кадров в области метеорологии и гидрологии* (ВМО-№ 1083) 2015 года:

«...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».

Это изменение пошло на пользу БИП, так как оно позволило точнее указать, как слушателям-метеорологам следует демонстрировать свои знания. В текущей версии БИП реализуется более дальновидный подход, основанный на результатах обучения, в целях определения общих целей БИП и четко говорится о том, что учебным заведениям необходимо соотносить результаты БИП с результатами собственных программ и курсов и результаты деятельности по преподаванию и оценке с результатами курсов и БИП.

Результаты обучения целесообразным образом распределены по следующим трем уровням конкретизации (см., например, Krathwohl & Payne (1971)), хотя в действительности они образуют единую систему:

- всеобъемлющие результаты⁷;
- образовательные результаты;
- методические результаты.

БИП-М и БИП-МТ представляют собой набор всеобъемлющих результатов, которые в своей совокупности определяют философию и концепцию БИП. Эти всеобъемлющие результаты являются желаемой целью, а средством их достижения должно стать достижение и оценка образовательных результатов в области наук об атмосфере.

В целях обеспечения удобства и преемственности с предыдущими изданиями образовательные результаты БИП-М объединены в четыре широкие темы: физическая метеорология, динамическая метеорология, погодные системы и метеорологическое обслуживание⁸, а также изменчивость, изменение климата и климатическое обслуживание⁹. В связи с ростом необходимости пересмотра БИП-МТ в этом издании образовательные результаты БИП-МТ сгруппированы в ряд обязательных тем, связанных с метеорологической наукой, а также по выборочным специализациям, в рамках которых рассматриваются компетенции, определяющие и отражающие важнейшие навыки, и необходимые знания, лежащие в основе каждой конкретной работы.

Именно всеобъемлющие и образовательные результаты обучения (как указано в *Техническом регламенте* (ВМО-№ 49)) лежат в основе БИП. Соответствующие выдержки из этих правил приведены в частях 2 и 3: в них указанные результаты четко отделены от примерных методических результатов, а в качестве руководящих указаний выступают сопутствующие пояснения.

БИП-М и БИП-МТ не включают методические результаты обучения как таковые, но некоторые из них представлены в таблицах в частях 2 и 3 настоящего руководства, с тем чтобы обозначить охват и степень проработки результатов, которые могут быть разработаны учебными заведениями. Методические результаты обучения — это подробно описанные элементы обучения, определенные для каждого модуля или каждого вида учебной деятельности в рамках процесса их разработки, с тем чтобы помочь слушателям достичь результатов на уровне курса или модуля. Они будут раскрывать содержание образовательных результатов и охватывать декларативные знания и процедурные знания более низкого уровня, необходимые для демонстрации образовательных результатов более высокого уровня (см. определения в следующем разделе).

Взаимосвязь между всеобъемлющими, образовательными и методическими результатами обучения кратко описана в таблице 1.1.

⁷ Д. Кратwohl и Д. Пейн ввели понятие «глобальные результаты» (Krathwohl & Payne (1971)). Во избежание путаницы с другим значением слова «глобальный» здесь используется фраза «всеобъемлющие результаты».

⁸ Ранее — «синоптическая и мезомасштабная метеорология».

⁹ Ранее — «климатология».

Таблица 1.1. Степень конкретизации результатов обучения. По материалам публикации Anderson et al. (2001)

	Уровень результата		
	Всеобъемлющий	Образовательный	Методический
Охват	Широкий	Средний	Узкий
Сроки достижения	Год или более	Недели или месяцы	Часы или дни
Цель или назначение	Обеспечить видение	Разработать местную учебную программу	Подготовить планы уроков/оценки
Пример использования	Планировать общую программу обучения и подготовки кадров	Планировать модули или средства обучения	Планировать ежедневные занятия, уроки, упражнения
Включены в БИП?	Да	Да	Нет (но даны руководящие указания)

1.6.2 **Определение результатов обучения**

Как уже отмечалось ранее, акцент в современных теориях обучения сместился с намерений преподавателя на роль учащегося и его активное участие в процессе. Учащиеся являются не пассивными получателями знаний, передаваемых им в том числе с помощью лекций и учебников, а активными участниками учебной деятельности посредством различных когнитивных и метакогнитивных процессов¹⁰, извлекая с их помощью смысл из своего предыдущего обучения и опыта.

Поэтому необходимо четко определять и конкретизировать совокупность знаний, которые, как ожидается, метеоролог или техник-метеоролог должны усвоить, и типы когнитивных процессов, на которые, предположительно, ему следует опираться при использовании этих знаний. В целях обеспечения единства формулировок, описывающих результаты обучения в доступной форме, и преемственности с предыдущим изданием была взята за основу пересмотренная версия таксономии Блума, которая широко применяется в данной области (Anderson, et al., 2001).

Таксономия строится в двух плоскостях: плоскости когнитивных процессов и плоскости знаний. И то, и другое необходимо для полного описания того, что, как ожидается, слушатель будет знать, и того, как он, предположительно, будет демонстрировать эти знания. В этом разделе приводится краткое описание этих плоскостей и вариантов их применения к БИП.

Следует уделять должное внимание тому, чтобы работа с таксономией не велась в иерархическом порядке. Приобретение декларативных и процедурных знаний одинаково важно. Кроме того, не следует преуменьшать значение таких когнитивных процессов, как запоминание или понимание, в сравнении с применением или оценкой — в действительности они часто дополняют друг друга, поскольку для процессов более высокого порядка необходим хранящийся в памяти объем декларативных знаний о предметной области.

Плоскость знаний

Самые ранние версии настоящих руководящих принципов в основном представляли собой краткие учебные планы, то есть перечень общих тем, которые, как считалось, метеоролог или техник-метеоролог должен изучить в ходе получения своего первичного

¹⁰ То есть, «мышление о мышлении» или знания, которые люди имеют о себе как об обучающихся, о процессах и методах, которые они могут использовать для обучения, и о том, когда эти методы использовать. Метапознание регулируется осознанным планированием, контролем и оценкой процесса обучения (Schraw, 1998).

образования. С тех пор основы наук об атмосфере определенно получили развитие, наряду с этим произошли преобразования в таких технологических областях, как повсеместная компьютеризация, радиолокационные и спутниковые наблюдения, численное моделирование и другие. Социально-экономический контекст, в котором работают метеорологи и техники-метеорологи, также коренным образом изменился.

В то время как область метеорологических знаний и опыта расширялась, когнитивная наука изменила наши представления о процессах, с помощью которых люди учатся, то есть о том, как мы организуем и структурируем знания.

Декларативные знания можно разделить на знания о фактах и знания о понятиях.

Фактологические знания составляют основные термины и факты, которые метеорологи и техники-метеорологи используют для обмена сведениями в рамках данной дисциплины. Эта форма знаний является весьма специфичной, поскольку фрагменты фактологических знаний можно выделить в качестве атомарных «битов» информации. Приобретение фактологических знаний имеет существенное значение как для освоения основных видов обязательных знаний, так и для применения их на рабочем месте, но необходимо следить за тем, чтобы слушатели (или преподаватели) не делали чрезмерный упор на него. Слушатели должны научиться устанавливать связи между различными фактами, создавая когнитивные схемы, свидетельствующие об «экспертных» познаниях в данной науке. Проблема, подлежащая решению совместными усилиями слушателей и преподавателей, состоит в том, чтобы научиться экстраполировать или применять фактологическую информацию в более сложных ситуациях, с которыми столкнется профессионал, а не просто приобретать совокупность так называемых «инертных» фактологических знаний.

Понятийные знания охватывают более общие когнитивные схемы, теории и ментальные или концептуальные модели, отражающие взаимосвязи между фактами из предметной области. Глубокое понимание предмета с четким представлением о множестве фактов является отличительной чертой эксперта в какой-либо области и помогает экстраполировать знания на новые ситуации. Основная часть результатов обучения, указанных в БИП-М и БИП-МТ, связана с формами концептуальных знаний.

Процедурные знания состоят из наших представлений о том, как чего-либо достичь, например, решить квадратное уравнение, прочитать синоптическую карту или построить временной ряд данных с помощью Python.

Плоскость когнитивных процессов

Сохранение знаний является важной целью образования, однако экстраполяция этих знаний имеет значение и для такого набора требований к профессиональной подготовке, как в БИП, и особенно в БИП-М. Экстраполяция знаний означает глубокое их понимание и способность применять их различными способами для решения целого ряда задач и проблем, в том числе в новых ситуациях.

Ниже приводится краткое объяснение каждого из когнитивных процессов в таксономии, в том числе дается определение процесса, приводятся простые примеры и примечания о том, как этот процесс находит отражение в результатах обучения БИП. Как уже отмечалось, в этом перечне процессов отсутствует иерархия (запоминание сложного материала требует более значительных умственных усилий, чем создание чего-то простого), а глаголы, указанные в результатах, предназначены для описания наиболее распространенного варианта применения предметных знаний (Anderson, et al., 2001).

Запоминать означает «извлекать соответствующие знания из долговременной памяти», например, способность распознавать представленную информацию как уже имеющееся знание или вспоминать соответствующую информацию. В результатах обучения когнитивный процесс, описываемый глаголом «запоминать», как правило, увязан с фактологическими знаниями, что представляется важным для проверки осмысленного усвоения относящихся к дисциплине фундаментальных эмпирических фактов и терминологии.

К примерам результатов обучения на основе процесса с глаголом «запоминать» относятся:

- «определить тропический циклон на представленной синоптической карте»;
- «вспомнить, как определяется потенциальная температура».

Хотя мы не преуменьшаем важность запоминания фактов для обучения, была предпринята попытка избежать использования таких результатов обучения в БИП, и особенно в БИП-М. Вместо этого внимание было сосредоточено на когнитивных процессах более высокого порядка, а процессам более низкого уровня, как и предполагалось, была отведена вспомогательная роль, чтобы четко охарактеризовать мышление более высокого порядка, которым должны обладать профессиональные метеорологи и техники-метеорологи.

Понимать означает «извлекать смысл из методических указаний, в том числе из устной и письменной речи, а также графической информации». «Понимание» в данном контексте означает установление связей между понятиями в методических указаниях, с одной стороны, и существующими когнитивными схемами в долговременной памяти, с другой стороны, что дает слушателю возможность применять новые понятия вместе с имеющимися знаниями и понятиями в умственных задачах, таких как интерпретация, приведение примеров, классификация, обобщение, формулирование вывода, сравнение и объяснение.

Способности разбираться в понятиях, как это определено в настоящем документе, отводится самая большая подгруппа результатов, представленных в БИП, особенно БИП-М, в частности по более фундаментальным темам, таким как физическая метеорология, и более простым аспектам динамической метеорологии. В тех случаях, когда требуются и понимание, и процессы более высокого порядка, предпочтение отдается второму, а результат понимания подразумевается. Многие из этих результатов требуют от слушателя объяснить понятие. Глагол «объяснять» означает не просто описание элементов понятия. Слушатели должны понимать взаимосвязи и обратные связи между составляющими системы или понятия и уметь анализировать причинно-следственные связи.

Многие преподаватели жалуются, что результаты обучения, такие как «ученик должен понимать действие силы Кориолиса», не являются полезными. Поскольку «понимание» представляет собой внутренний когнитивный процесс, который невозможно наблюдать и проверить, было решено отказаться от этого слова в качестве глагола в результатах.

Применять означает «выполнять или применять процедуру в определенной ситуации». Такие результаты, часто сочетающиеся с процедурными знаниями, используются, когда необходимо продемонстрировать способность выполнить задачу, например, при расчете. Результаты на этом уровне можно отнести к одной из двух категорий. Во-первых, речь идет о «выполнении» или «осуществлении» известного порядка действий для решения знакомой задачи. Это относится к упражнениям в ситуациях обучения, в рамках которых задачи решаются по своего рода «инструкции» с опорой на отработанные примеры. Во-вторых, выполнение неизвестной процедуры, требующей от слушателя способности определять, какие понятийные знания использовать для построения стратегии, которой он затем будет следовать при поиске решения. Так обстоит дело с проблемными вопросами в ситуациях обучения, когда слушателю необходимо найти способ решения проблемы.

Анализировать означает «делить материал на составные части и определять, как эти части связаны как друг с другом, так и с общей структурой». Анализ можно рассматривать

как продолжение «понимания», поскольку он представляет собой процесс, используемый для определения взаимосвязи между идеями, подкрепления выводов соответствующими доказательствами и отличия нужного материала от того, который к делу не относится. К числу используемых глаголов, требующих от слушателей обращения к процессу на основе слова «анализировать», относятся понятия «выбрать», «включить» и «обозначить».

Оценивать означает «выносить суждения на основе критериев и стандартов».

Соответствующие варианты применения оценки в метеорологическом образовании включают обнаружение несоответствий в прогнозе, между ним и вновь полученными данными, а также определение наиболее вероятного оптимального подхода к решению конкретной проблемы.

Создавать — это когнитивный процесс, который часто неправильно трактуют как требующий выработки новых идей или процессов. В действительности он охватывает функции, которые широко распространены в метеорологии и применяются даже во время обучения, такие как формулирование гипотез для объяснения наблюдаемых явлений, планирование небольшого научного исследования или даже подготовка ориентированного на пользователей метеорологического брифинга.

Кроме того, в таблице 1.2 даны определения некоторым другим словам и фразам, используемым в результатах обучения, с тем чтобы помочь читателю понять замысел авторов.

Таблица 1.2. Определения слов, используемых в результатах обучения

Слово или фраза	Предполагаемое значение
И (используется для соединения двух частей предложения)	Для краткости несколько отдельных результатов иногда представлены в одном предложении, в этом случае слушателю необходимо достичь результата в каждой части
Например	Используются перед перечнем возможных тем или вариантов
Такие как	
Включая	

Изменение результатов обучения БИП (пример, относящийся к БИП-М)

Для того чтобы продемонстрировать, как содержание БИП-М (и предшествующих ему публикаций) менялось в течение последних 50 лет, в таблице 1.3 приведен пример набора результатов из динамической метеорологии. Он позволяет четко показать переход от перечня тем к подлежащим оценке результатам обучения, равно как и переход от академической или теоретической точки зрения к той, что основана на применении научных знаний. Последние две строки иллюстрируют применение вышеописанного подхода с точки зрения использования навыков мышления более высокого порядка.

Эта таблица свидетельствует о том, что теперь, как обсуждалось ранее, появилась возможность разрабатывать учебные курсы на базе БИП-М как более академического, так и более прикладного характера, при этом все курсы приобретают одинаковую ценность. Все программы должны быть разработаны с учетом потребностей работодателей и с опорой на ряд основанных на фактических данных методов обучения в целях передачи максимально возможного объема знаний.

Таблица 1.3. Анализ динамических результатов обучения, изложенных в четырех вариантах БИП-М

<i>Издание</i>	<i>Примеры результатов/тем</i>	<i>Средства описания знаний</i>	<i>Когнитивный уровень</i>	<i>Характер</i>
ВМО-№ 258, 1969 г.	Уравнения движения в векторной форме, вытекающие из второго закона Ньютона; обсуждение силы давления и гравитации; преобразование значений из невращающейся во вращающуюся систему координат; обсуждение центростремительного ускорения и силы Кориолиса; понятие силы тяжести. Уравнения движения в декартовых (приближение касательной плоскости) и сферических координатах; порядки величин различных членов (на основе наблюдений), сводящиеся к упрощенным уравнениям.	– (перечень тем)	–	Больше теоретический
ВМО-№ 258, 2001 г.	Скалярные и векторные поля; теоремы Гаусса и Стокса; кинематика полей течений; материальная производная; эйлеровы и лагранжевы скорости изменения; сохранение массы, количества движения и энергии. Уравнения Навье—Стокса. Вращающиеся системы координат; уравнения движения в координатной форме: сферические координаты; предварительные приближения к уравнениям в сферической координатной форме; параметр Кориолиса; геометрия касательной плоскости; приближения f - и β -плоскостей.	– (перечень тем)	–	Больше теоретический
ВМО-№ 1083, 2015 г.	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.	Понятия	Понимать	Теоретический

<i>Издание</i>	<i>Примеры результатов/тем</i>	<i>Средства описания знаний</i>	<i>Когнитивный уровень</i>	<i>Характер</i>
Настоящее издание	Объяснять применение понятий силы, ускорения и систем отсчета к физическим процессам динамики атмосферы на примере уравнений движения. Применять концептуальные модели, полученные из динамической метеорологии, для объяснения и прогнозирования эволюции атмосферы в данной местности. Оценивать, в какой степени концептуальные модели соответствуют реальным условиям. Использовать выходную продукцию численных моделей для представления интересующих явлений на основе понимания характеристик системы моделирования, рассматриваемых пространственных и временных масштабов и необходимости учета неопределенности.	Понятия, процедуры	Понимать, применять, оценивать	Сочетание теории и практики

С момента выхода первого издания *Руководящих принципов образования и подготовки кадров в области метеорологии* (ВМО-№ 258) БИП-МТ претерпел меньше изменений, чем БИП-М. Основной причиной тому является более широкий тематический охват БИП-М и, следовательно, более насущная потребность в его обновлении. В настоящем издании БИП-МТ уделено по меньшей мере столько же внимания, что и БИП-М, учитывая, что мировое сообщество направило рекордное количество отзывов о нем со времени его создания в 1969 году в рамках ныне устаревшей системы «классов персонала».

1.7 **Разработка видов деятельности в области преподавания, обучения и оценки**

Передача информации в процессе образования и подготовки кадров в университете и в ходе ведения профессиональной деятельности традиционно осуществлялась с помощью лекций. Последние дополнялись практическими занятиями и лабораторными работами в целях углубления понимания слушателями знаний и расширения возможностей для их применения. Подобно тому, как рассматриваемый подход к разработке учебных программ развился из учебного плана, описывающего, какие знания следует охватить, в ориентированный на учащегося подход с опорой на результаты, так же и наличие более разнообразных видов учебной деятельности, в рамках которых слушатель активно применяет знания, стало стандартной практикой.

Учитывая четко определенные результаты обучения, изложенные в предыдущем разделе, разработка методов преподавания и обучения, а также методов оценки, которые позволят слушателям достичь этих результатов, должна быть несложной. К сожалению, традиционные методы, такие как лекции, которые по-прежнему находят широкое распространение, часто не очень хорошо подходят для обучения или оценки прописанных нами результатов.

Этот процесс иллюстрируется понятием конструктивного согласования (Biggs & Tang, 2011), как показано на рисунке 2¹¹. Согласно одноименному подходу, опирающемуся на идеи конструктивизма, эффективность обучения зависит от трех элементов, которые должны быть приемлемыми и значимыми по отношению друг к другу. Этими элементами являются:

- результаты обучения;
- виды учебно-педагогической деятельности, позволяющей учащимся достигать этих результатов;
- методы оценки, с помощью которых учащиеся могут показать, что они достигли этих результатов

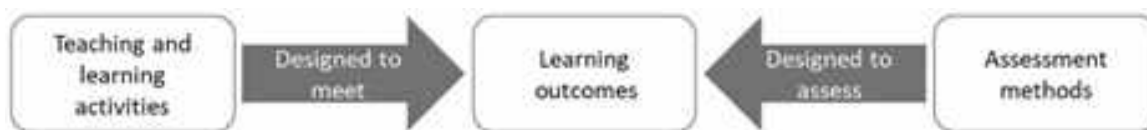


Рисунок 2. Конструктивное согласование между результатами и видами деятельности

1.7.1 **Приобретение декларативных знаний**

Рассмотрим в качестве примера лекцию, предназначенную для достижения одного из результатов обучения в рамках БИП-М в области климатологии, а именно: «Применять физические и динамические подходы для объяснения механизмов, обуславливающих изменчивость и изменение климата». Глагол действия в этом результате обучения — «объяснять», который, как описано выше, предусматривает, чтобы слушатель рассказал кому-либо о том, как компоненты климатической системы взаимодействуют друг с другом в сложной причинно-следственной цепи и вызывают наблюдаемые явления. Сводная информация в таблице 1.4 представляет собой результат анализа лекции в целях определения видов деятельности, осуществляемой преподавателем, с одной стороны, и слушателями, с другой стороны¹².

Таблица 1.4. Анализ видов деятельности в рамках лекции

<i>Деятельность преподавателя</i>	<i>Деятельность слушателя</i>
Рассказывать	Слушать
Объяснять	Конспектировать
Уточнять	Понимать (понимает ли слушатель правильно и достаточно глубоко?)
Показывать слайды и видео	Смотреть, конспектировать
Задавать вопросы по слайдам	Написать ответы на вопросы
Подытожить	Выслушать и, возможно, задать вопрос

В этом примере слушателю отводится пассивная роль. Желаемый результат состоит в том, чтобы слушатель мог «объяснить» что-либо, но в таких условиях у него отсутствует возможность или заинтересованность делать какие-либо «объяснения». Лектор может хорошо «объяснять», но учащиеся заняты получением декларативных знаний, которые они усердно пытаются «запомнить». Дисциплинированный слушатель, хорошо владеющий приемами обучения и достаточно свободно справляющийся с когнитивной нагрузкой, может мысленно построить схему, в том числе связи между фрагментами получаемой информации, и объяснить что-либо в целом; в противном случае фактический результат полностью отличается от предполагаемого («запоминание» вместо «объяснения»).

¹¹ Имперский колледж Лондона (n.d.).

¹² Biggs and Tang (2011, p. 134).

Для того чтобы упростить приобретение совокупности декларативных знаний, необходимых в метеорологии, следует отдавать предпочтение не пассивному опыту, а видам деятельности, в которой слушатель принимает деятельное участие и контролирует процесс обучения. Учиться можно одновременно под руководством преподавателя и самостоятельно. Главное, чтобы слушатель, слушая лекцию, внимательно читая или участвуя в групповых обсуждениях, использовал подходящие метакогнитивные навыки для эффективного извлечения и использования необходимых знаний. Если результат обучения состоит в том, чтобы вспомнить определенный факт, то слушателю следует заняться «вспоминанием»; если результат сводится к тому, чтобы что-то объяснить, задача слушателя — «объяснение»; в любом случае учебно-педагогическая деятельность должна быть увязана с результатами обучения.

1.7.2 **Приобретение процедурных знаний**

Многие результаты обучения в БИП, в частности БИП-М, сформулированы в терминах, которые описывают навыки, относящиеся к когнитивным процессам более высокого порядка; процедурные знания, связанные в таксономии с категориями «применять», «анализировать», «оценивать» и «создавать», действительно определяют, что значит быть профессиональным метеорологом или техником-метеорологом.

Учебно-педагогическая деятельность должна стимулировать такие когнитивные процессы у слушателя, с тем чтобы он овладел не только знаниями, но и умением управлять этими самими процессами. В качестве примеров учебно-педагогической деятельности, поощряющей применение этих процессов или требующей их применения, можно привести обучение с помощью тематических исследований примерах, групповые и индивидуальные проекты, а также обучение на рабочем месте (известное, среди прочего, как стажировка, практика и практические занятия).

Развитие необходимых метакогнитивных способностей, таких как решение проблем, вероятно, полезно для усвоения процедурных знаний, но, к сожалению, этому целенаправленно не учат.

1.7.3 **Оценка**

Подобно тому, как методы, применяемые в преподавании и обучении, должны быть увязаны с результатами обучения, так же и средства оценки последних подлежат согласованию. Четкие результаты обучения, конкретизирующие необходимые знания и когнитивные процессы, должны быть доступны учащимся, с тем чтобы они могли самостоятельно оценивать и определять свой прогресс. Цель конструктивного согласования результата обучения с оценочным средством должна значительно облегчить разработку этих средств, но для этого может понадобиться внедрение инноваций в методологию оценки.

В случае если слушателей просят объяснить какой-либо фрагмент знаний, оценочные средства должны давать им такую возможность. Аналогичным образом результаты обучения, требующие от слушателей оценки ситуации, должны оцениваться таким образом, чтобы можно было проверить их критическое мышление и аналитические способности. Часто легче проверить способность учащихся запоминать декларативные знания, чем то, как они применяют процедурные знания, но если результат требует процедурных знаний, то именно их и нужно проверять.

Как указано в предыдущем подразделе, такие виды деятельности, как разработка тематических исследований, индивидуальные научно-исследовательские проекты и т. д., а также представление результатов полезны не только для обучения, но и для оценки целого ряда когнитивных процессов более высокого порядка.

1.8 Разработка учебной программы

Учебные заведения по-прежнему должны сами подробно формулировать результаты на уровне программы, модулей и мероприятий по обучению/оценке. С этой целью в качестве одной из основ они будут использовать БИП, и им надлежит создать слушателям условия для достижения всеобъемлющих и образовательных результатов, кроме того, БИП необходимо будет обязательно адаптировать к региональным, национальным и местным потребностям.

Независимо от того, идет ли речь о подготовке новых программ или пересмотре тех, что уже есть, учебным заведениям следует принять системный подход к разработке своих учебных программ, подобный описанному на рисунке 3. Для этого необходимо обеспечить соответствие каждой программы требованиям БИП и дать возможность абитуриентам и их будущим работодателям четко понимать, какую пользу принесет им программа. Комплексный, системный подход к разработке учебной программы должен также обеспечить понятное распределение связей и взаимозависимостей между компонентами и ориентацию видов деятельности на использование этих связей. Такой подход даст слушателям общее представление о том, как работает погодная и климатическая система и какой вклад вносят НМГС и другие поставщики метеорологического и климатического обслуживания в жизнь общества.

Настоящее руководство не содержит подробных методических результатов на уровне модулей, включающих обстоятельные указания, необходимые преподавателям, которые будут разрабатывать методические материалы и средства оценки. Это связано с тем, что такие результаты зависят от местных потребностей, национальной образовательной практики и методических подходов. Столь доскональная разработка мероприятий по обучению и оценке имеет большое значение и должна иметь под собой соответствующее целенаправленное действие, призванное использовать преимущества основанной на фактических данных практики преподавания и оценки, образовательных технологий и т. д.

Учитывая широкий спектр форм осуществления программ, целей, вариантов ранее полученного образования слушателей и т. д., БИП-М и БИП-МТ не определяют рекомендуемую продолжительность программы. Как уже было сказано, именно достижение результатов является признаком того, что человек является метеорологом или техником-метеорологом, а не тот факт, что он потратил определенное количество времени на мероприятия по обучению и оценке.

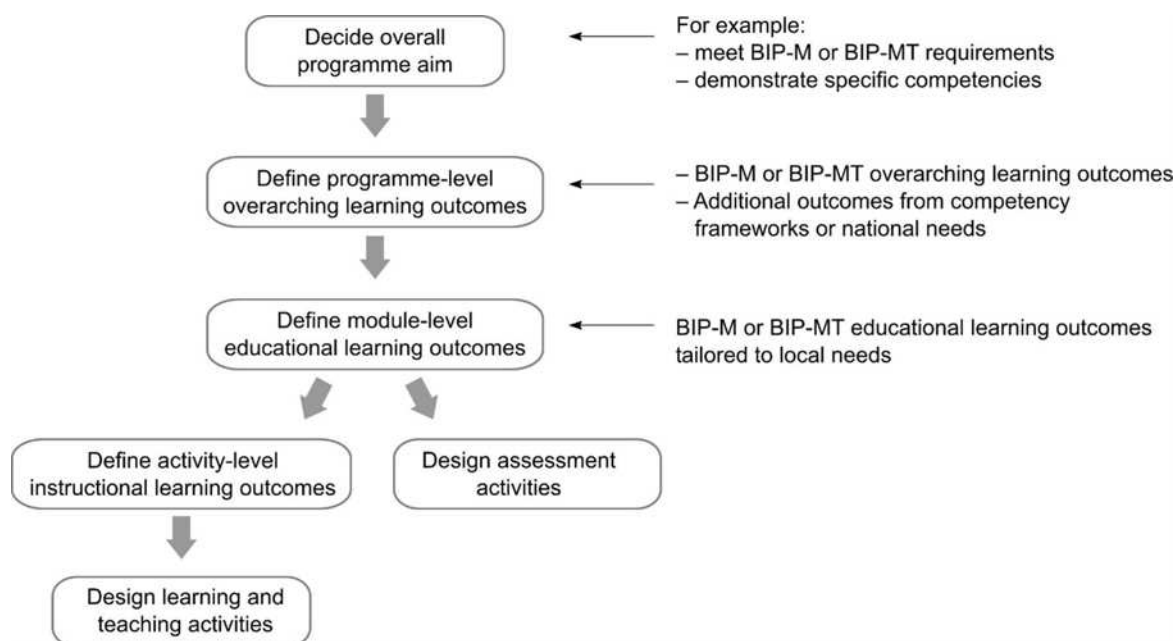


Рисунок 3. Увязка БИП с результатами программы

1.9 Рассчитанное на широкое участие преподавание и оценка

Задача 5.3 *Стратегического плана ВМО на 2020—2023 гг. (ВМО-№ 1225)* звучит так: «Поощрять равное, эффективное и широкое участие в управлении, научном сотрудничестве и принятии решений». План гласит:

«Организации, которые придерживаются разнообразия и ценят гендерное равенство, демонстрируют лучшее управление, повышение производительности и более высокие уровни инициативности. Гендерное равенство и расширение прав и возможностей женщин являются далее ключом к передовому научному опыту и играют важную роль при решении проблем, связанных с изменением климата, уменьшением риска бедствий и устойчивым развитием, в особенности с Целью в области устойчивого развития 5».

В целях содействия достижению этой цели и получения описанных преимуществ важно иметь равный доступ к программам по образованию и подготовке кадров, а учебно-методические материалы и средства оценки должны быть полностью доступны для всех и отражать разнообразие потенциальной базы слушателей. Программы, которые являются открытыми и доступными для слушателей, обучающихся в режиме частичной нагрузки, в том числе для тех, кому необходимо ухаживать за детьми, особенно способствуют гендерному равенству, как это было отмечено во время пандемии коронавирусного заболевания (COVID-19). Сказанное в равной степени относится и к работникам сферы образования и подготовки кадров.

Как уже отмечалось, наличие четких результатов обучения в сочетании с прозрачной и справедливой политикой оценки способствует повышению успеваемости слушателей и формированию более открытой культурной среды.

1.10 Тематические исследования в рамках применения БИП

Разделы БИП-М и БИП-МТ не рассчитаны на то, чтобы предписывать структуру курса или строго определять содержание программы обучения. Поскольку у каждого Члена ВМО, НМГС, университета или другого учебного заведения будут свои требования, системы контроля и системы образования, необходимо разрабатывать учебные

программы курсов и результаты, которые будут соответствовать этим требованиям. Курсы также будут включать, например, другие дополнительные предметы, с тем чтобы по своему содержанию они отвечали интересам учебного учреждения в области научных исследований или оперативной деятельности и обеспечивали выпускникам качественное образование.

1.10.1 **Применение БИП-М**

Описанные далее типовые программы представляют собой примеры осуществления БИП-М, однако другие варианты являются в равной степени приемлемыми.

Пример 1 — Программа бакалавриата по метеорологии

Один из способов внедрения БИП-М состоит в том, чтобы взять его за основу при составлении трехлетней или четырехлетней программы бакалавриата по метеорологии. Краткий пример такой программы представлен ниже. В нем предполагается, что слушатели обладают знаниями по математике и физике из курса средней школы, что является необходимым условием поступления на более сложные программы бакалавриата по этим направлениям.

Если в программу получения степени не включены специальные курсы по прогнозированию погоды или другим специализированным областям, проводимые научно-педагогическими работниками или в партнерстве с НМГС, с ее помощью не удастся подготовить выпускника к работе в качестве прогнозиста без дополнительной подготовки.



Рисунок 4. Схема программы бакалавриата по метеорологии

Пример 2 — Программа магистратуры по метеорологии

Другой распространенный способ внедрения БИП-М состоит в том, чтобы взять его за основу при составлении магистерской программы по метеорологии, которая рассчитана, как правило, на один год. Краткий пример такой программы представлен ниже. В нем предполагается, что слушатели освоили первую ступень высшего образования в предметной области, которая, помимо прочих преимуществ, даст им не только необходимое образование в области математики и физики, но и умственную зрелость, позволяющую им перейти на следующую ступень и справиться с ростом интенсивности обучения.

Если в программу получения степени не включены специальные курсы по прогнозированию погоды или другим специализированным областям, проводимые научно-педагогическими работниками или в партнерстве с НМГС, с ее помощью не удастся подготовить выпускника к работе в качестве прогнозиста без дополнительной подготовки.

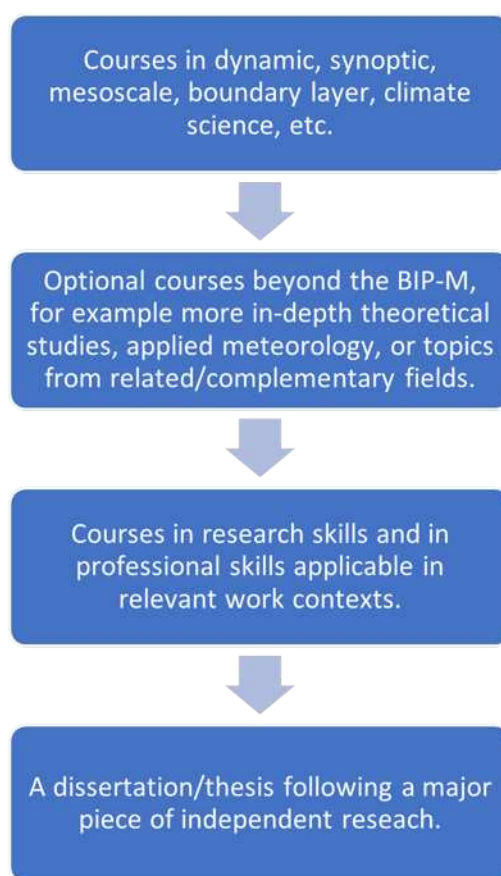


Рисунок 5. Схема программы магистратуры по метеорологии

Пример 3 — Курс по прогнозированию для выпускников или лиц, обучающихся без отрыва от работы в НМГС

В данном примере речь идет о курсе в учебном центре НМГС или в РУЦ. Предполагается, что слушателями являются либо выпускники, изучающие физические науки, либо работающие в качестве техников-метеорологов или на других должностях сотрудники, которые имеют необходимое образование, возможно, полученное во время работы (например, с помощью сертифицированных онлайн-программ или в местных учебных заведениях).

Хотя уровень образования, необходимый для прохождения тем БИП-М, будет непременно соответствовать уровню бакалавриата, такие программы, как правило, не предусматривают начисление академических кредитов или присуждение степени.

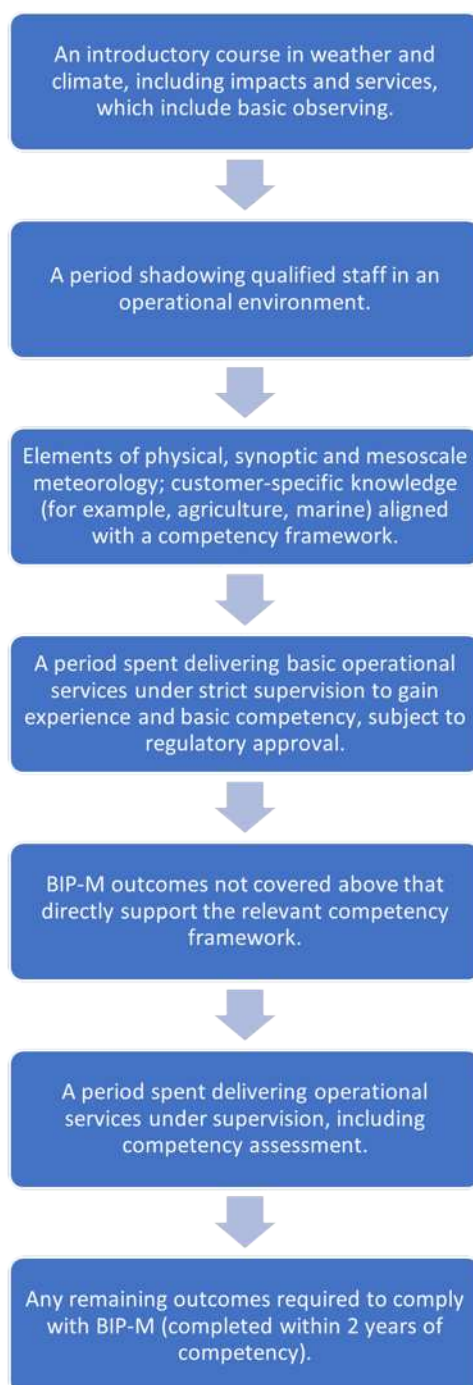


Рисунок 6. Схема курса по прогнозированию для выпускников или лиц, обучающихся без отрыва от работы в НМГС

Пример 4 — Смешанный индивидуальный квалификационный маршрут

Инициатива Глобального кампуса ВМО побуждает учебные заведения предлагать выходящие за рамки традиционной академической и рабочей среды возможности в области образования и подготовки кадров. Современные технологии позволяют сочетать методы обучения — синхронные и асинхронные, самостоятельные и аудиторные — в

удобное для учащихся время и в удобном месте. Возможный маршрут к получению квалификации в соответствии с БИП-М может предполагать прохождение необходимого обучения либо у одного, либо у нескольких поставщиков образовательных услуг.

Такой маршрут дал бы возможность получить метеорологическое образование тем, у кого ее, как правило, нет в силу их местонахождения, статуса занятости, обязанностей по уходу или других причин.

Из-за отсутствия международной системы регистрации метеорологов обязанность по предоставлению сведений, подтверждающих факт того, что метеоролог достиг результатов обучения, предусмотренных БИП-М, остается за организацией, в которой он работает. В целях содействия предоставлению таких сведений учебным заведениям рекомендуется четко указывать в документах для зачисления, а также в свидетельствах и приложениях к ним, какие результаты БИП-М достигаются в рамках их курсов и в какой степени.

1.10.2 **Применение БИП-МТ**

Члены ВМО используют различные подходы к обучению и подготовке своих техников-метеорологов: от специальных программ формального образования по направлению «Метеорология» в техникумах, РУЦ, училищах или университетах до профессионально-технического обучения и обучения без отрыва от работы (или их сочетания) в области метеорологических наблюдений и измерений. Независимо от принятого подхода, учреждения должны следовать требованиям БИП-МТ.

Удовлетворение требований БИП-МТ, как правило, происходит путем успешного завершения программы обучения в таких учреждениях, как учебные заведения НМГС, РУЦ или учреждения дополнительного профессионального образования, после окончания средней школы.

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

- демонстрировать знание основополагающих понятий и принципов, относящихся к их специальности;
- представлять, оценивать и интерпретировать качественные и количественные данные для выработки обоснованных суждений в соответствии с основными теориями и понятиями из области их специальности;
- оценивать различные подходы к решению проблем, относящихся к их специальности;
- сообщать о результатах своего обучения в точной и достоверной форме;
- осуществлять дальнейшую профессиональную подготовку и развивать новые умения в структурированной и управляемой среде.

1.11 **БИП на более поздних этапах карьеры**

Требования, определенные программами БИП-М и БИП-МТ, составлены так, как если бы им соответствовали лица, в большинстве своем прошедшие первоначальную программу обучения в университете или другом учебном заведении. Как правило, это происходит до или вскоре после начала работы в НМГС. Однако на практике удовлетворение указанных требований для присвоения квалификации метеоролога или техника-метеоролога может произойти в середине карьеры.

Например, обладающие значительными знаниями в области метеорологии техники-метеорологи, опираясь на свою первоначальную профессиональную подготовку,

непрерывное профессиональное развитие и опыт оперативной деятельности, могут пожелать пройти программу обучения, которая позволит им получить квалификацию метеорологов. В таком случае многие результаты обучения, установленные в БИП-М, уже будут достигнуты. В образовательную программу необходимо включать только те результаты обучения, которые еще не достигнуты, при условии, что предыдущее обучение можно будет официально подтвердить и задокументировать. Подтверждение и документирование предыдущего обучения могут осуществлять лица, ответственные за обучение в НМГС, в тех случаях, когда НМГС назначена (если того требует национальный контрольно-надзорный орган в сфере образования или соответствующее ведомство) в качестве центра «признания предыдущего обучения». Аналогичный подход применяется в отношении лиц, первоначальная подготовка которых не в полной мере удовлетворяет требованиям БИП-МТ, но которые на более позднем этапе своей карьеры изъявили желание получить квалификацию техников-метеорологов.

Ответ на вопрос о том, является ли переквалификация, при которой учитывается признание предыдущего обучения, приемлемой практикой в отдельно взятой стране, лежит в плоскости конкретных национальных или институциональных правил и требований этого государства.

2. ПАКЕТ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ МЕТЕОРОЛОГОВ

В этой части документа представлены руководящие указания относительно достижения содержащихся в *Техническом регламенте* (ВМО-№ 49) результатов обучения по БИП-М. В ней отчасти поясняется логика формулировок, лежащих в основе результатов обучения, и более подробно раскрываются темы, которые могут быть включены в программу обучения для их достижения. Необходимо помнить, что подробные сведения, приведенные в этой главе, не являются исчерпывающими и не претендуют на то, чтобы ограничивать Членов ВМО в составлении программ. Иными словами, решающее значение для БИП-М имеют перечни результатов обучения, а не сопровождающие их пояснения в таблицах.

Как профессионалы, метеорологи должны уметь применять творческий подход к решению сложных проблем, критически мыслить, проводить глубокий анализ и самостоятельно выполнять типичные и нетипичные задачи. Именно эти когнитивные процессы более высокого порядка и глубокое понимание атмосферных процессов должны развивать выпускники программ на базе БИП-М.

По этой причине следует по возможности избегать обращения к навыкам мышления более низкого порядка, связанным с уровнем «запоминания» (узнавания и вспоминания) в таксономии¹. Конечно, существует большой объем декларативных знаний, как эмпирических, так и терминологических, которыми метеорологам важно обладать и которые играют важнейшую роль в формировании навыков более высокого порядка. В большинстве случаев эти фактологические знания скорее подразумеваются, а не излагаются в явном виде.

Также с осторожностью были использованы глаголы, связанные с когнитивными процессами на уровне «понимания», такими как «объяснять» и «описывать». Эти глаголы часто неверно трактуют как слушатели, так и преподаватели, понимая под ними простое изложение объяснения, теоретического вывода и т. д., в то время как на самом деле они означают способность строить модели причинно-следственных связей для демонстрации понимания понятия. Для того чтобы выяснить значение глаголов в формулировках этих результатов в контексте БИП-М, следует использовать определения, данные в предыдущей главе.

2.1 Особенности прочтения

Текст текущей главы, который дается во вставке серого цвета, как в этом случае, представляет собой фрагменты для включения в следующее издание *Технического регламента* (ВМО-№ 49), том I, часть VI. Эти тексты будут иметь нормативный статус стандартов, практик и процедур.

Далее в части 2 содержатся описательная часть и предлагаемые результаты обучения, которые призваны служить для Членов ВМО руководящими указаниями по осуществлению БИП-М, однако они не имеют нормативного статуса.

2.2 Всеобъемлющие результаты обучения

В этом разделе описаны основные качества и навыки, которыми обладают профессиональные метеорологи, независимо от того, какие функции они могут выполнять в дальнейшем. Как было сказано ранее, всеобъемлющие результаты обучения также призваны обобщить общую философию БИП-М, раскрывая то, как профессиональные метеорологи мыслят и как они используют имеющиеся у них данные и инструменты в своей профессиональной работе.

Изложенные здесь результаты не предназначены для описания какой-либо конкретной функции и не допускают каких-либо предположений относительно контекста, в котором

¹ См. раздел 1.6.2 («Определение результатов обучения»).

человек может работать. Им не обязательно находиться в прямой связи с модулями или единицами обучения. Скорее, они должны формировать канву программы обучения в целом и служить инструментом ее оценки для обеспечения контроля за тем, чтобы отдельные единицы обучения способствовали достижению более широкой цели программы — закладке основ профессионального мышления и практики в области метеорологии и установлению связей между теорией, реальным состоянием атмосферы и предоставлением научного и профессионального обслуживания на благо общества.

Метеорологи должны уметь:

- систематически объединять имеющиеся источники соответствующих данных наблюдений для проведения согласованного анализа состояния атмосферы в рассматриваемых пространственных и временных масштабах;
- вырабатывать обоснованные гипотезы эволюции атмосферы в интересующем регионе с точки зрения соответствующих динамических и физических процессов и с точки зрения концептуальных моделей;
- прогнозировать эволюцию состояния атмосферы и степень неопределенности этих прогнозов, сочетая соответствующую продукцию численных моделей с физическим и динамическим мышлением и эмпирическими методами для обеспечения уровня точности, соответствующего рассматриваемым пространственным и временным масштабам и известным источникам неопределенности;
- сравнивать прогнозы с наблюдениями, используя качественные или количественные методы для оценки гипотез и обеспечения качества обслуживания, в том числе путем подтверждения наличия оснований для необходимых изменений в гипотезах, продукции и обслуживании;
- четко и точно передавать соответствующую информацию коллегам, потребителям и другим заинтересованным сторонам, используя различные средства массовой информации, с учетом неопределенности и воздействий;
- определять чувствительность общества к погодным и климатическим явлениям с привлечением, при необходимости, других дисциплин для обеспечения того, чтобы выявление и предупреждение воздействий погоды и климата занимали центральное место в работе метеорологов;
- оценивать результаты своей работы с точки зрения их соответствия надлежащим стандартам, при необходимости принимать корректирующие меры и вносить вклад в развитие рабочих систем и процессов;
- размышлять о своем обучении и практике работы, критически оценивать свою эффективность и использовать целый ряд подходов для постоянного развития своих профессиональных знаний и умений.

Эти результаты обучения следует достигать путем изучения и оценки усвоения описанных далее в части 2 тем, относящихся к наукам об атмосфере, которые при необходимости можно дополнить результатами профессионального обучения и другими результатами, необходимыми для удовлетворения национальных потребностей, и сопроводить рекомендациями по изучению основ математики и физики, также содержащимися в этой части руководства.

2.3 Минимально необходимые знания по математике и физике

Метеорология как естественная наука опирается на основы физики и занимается математическим описанием процессов, происходящих в атмосфере. Поэтому прежде, чем приступить к изучению особенностей физики атмосферы, метеорологам необходимо сформировать прочные знания по математике и физике, не в последнюю очередь потому, что даже в ознакомительной литературе используется математический язык для краткого описания этой науки. В то же время следует помнить, что БИП-М не предназначен для обучения математиков или исключительно физиков: математика является инструментом, с помощью которого люди могут изучать метеорологические понятия, а не самоцелью.

По этим причинам БИП-М включает результаты обучения в области математики и физики, но только в части тех разделов, которые имеют непосредственное отношение к другим соответствующим результатам обучения. Все это не мешает учебным заведениям выходить за рамки сказанного в целях поддержки своего подхода к преподаванию атмосферных наук, использовать преимущества стандартных вводных курсов по математике в рамках предлагаемых ими программ или готовить слушателей к их более глубокому изучению.

Результатов, описанных в этом разделе, можно достичь различными способами, в том числе одним из тех, которые перечислены ниже, или всеми ими сразу:

- установление предварительных требований к обучению, которые слушатели должны выполнить, прежде чем приступить к изучению наук об атмосфере. Речь может идти о сочетании среднего образования² и модулей вводной степени высшего образования;
- включение специальных вводных модулей по математике и физике в комплексную программу по метеорологии;
- внедрение курса подготовки кадров в основную программу по метеорологии (например, за счет включения темы по основам теории переноса энергии электромагнитными волнами в модуль по дистанционному зондированию).

Метеорологи должны уметь:

- интерпретировать и применять математический язык, понятия и методы, используемые во вводной метеорологической литературе и учебных материалах;
- использовать свои математические знания для принятия логичных и обоснованных решений, призванных урегулировать ту или иную проблему; распознавать ошибочную аргументацию; четко излагать свои аргументы на языке математики;
- применять и интерпретировать основные статистические приемы, используемые для обобщения метеорологических данных и выходной прогностической продукции и для анализа ошибок;
- математически представлять физические и метеорологические условия, понимать взаимосвязь между реальным миром и математической моделью и рационально интерпретировать результаты;
- использовать основные физические законы для решения задач, связанных с механикой, термодинамикой, волновым движением и электромагнитным излучением.

Руководящие указания, приведенные в таблице 2.1 и таблице 2.2, должны помочь в определении методических результатов обучения в рамках учебных модулей. Эти указания не претендуют на то, чтобы быть исчерпывающими или ограничивающими. Скорее, они призваны показать диапазон и тип знаний, необходимых для выполнения предварительных требований к изучению метеорологии.

Таблица 2.1. Предлагаемые методические результаты обучения, направленные на удовлетворение предварительных требований к знаниям в области математики

Математика	
Тригонометрия	Решать простые геометрические задачи с помощью определений синуса, косинуса и тангенса и их обратных функций как в градусах, так и в радианах.
	Описывать функции синуса, косинуса и тангенса, их графики, симметрии и периодичность.
	Объяснять и применять приближение малых углов.

² Многие из необходимых в данном случае результатов обучения в области математики и физики достигаются в ходе освоения ступеней среднего образования, таких как старшие классы школы, программы International Baccalaureate (международный бакалавриат) и Advanced Placement (углубленное изучение школьных предметов).

Логарифмы и экспоненты	Производить действия с выражениями, содержащими логарифмы и экспоненты, и интерпретировать их.
	Использовать логарифмические графики для расчета коэффициентов экспоненциальных уравнений.
Алгебра и функции	Производить действия с полиномиальными уравнениями, в том числе раскрывать скобки, приводить подобные члены и раскладывать на множители.
	Решать одновременные уравнения с двумя переменными путем исключения или замены.
	Читать и интерпретировать графики функций и рисовать кривые, определяемые простыми многочленами.
	Измерять угловой коэффициент и находить точку пересечения с осью y на линейном графике.
Векторы и линейная алгебра	Строить векторы графическим способом и используя векторные обозначения и соотносить их между собой.
	Вычислять величину и направление вектора и преобразовывать форму компоненты в форму величины/направления.
	Складывать и вычитать векторы, умножать вектор на скаляр. Выполнять эти действия как алгебраическим, так и графическим способом.
	Находить скалярное (точечное) произведение и векторное (перекрестное) произведение двумерных векторов.
Комплексные числа	Решать любые квадратные уравнения с действительными коэффициентами, в том числе с комплексными корнями.
	Объяснять понятия «действительная часть» и «мнимая часть».
Дифференциальное и интегральное исчисление	Интерпретировать производную функции как градиент касательной к графику функции в точке и как скорость изменения этой функции.
	Объяснять интерпретацию второй производной функции как скорости изменения градиента и использовать ее для определения максимумов, минимумов и точек перегиба.
	Интерпретировать физический смысл обыкновенных и дифференциальных уравнений, содержащих производные по пространству и времени.
	Интерпретировать интегралы функций как площадь под графиком и как предел суммы.
	Использовать ряд Тейлора для разложения функции в окрестности точки.
Векторное исчисление	Графически изображать скалярные поля заданной функции и векторные поля, показывающие трансляцию, деформацию, дивергенцию или вихрь.
	Определять операторы градиента, дивергенции и ротора и интерпретировать результаты применения этих операторов к скалярным или векторным полям.
Статистика	Интерпретировать основные меры центральной тенденции, диапазона и разброса данных.
	Интерпретировать данные, представленные в виде гистограммы.
	Объяснять понятия вероятности и условной вероятности.
	Интерпретировать графики функции распределения вероятностей, функции распределения масс и функции плотности вероятности.
	Применять регрессию с одной или несколькими переменными и оценивать соответствие полученной модели проблемам прогнозирования.

**Таблица 2.2. Предлагаемые методические результаты обучения, направленные на
удовлетворение предварительных требований к знаниям в области физики**

Физика	
Механика	Описывать понятие силы; объяснять и применять первый закон Ньютона.
	Складывать силы графическим или алгебраическим способом для нахождения результирующей силы в системе.
	Описывать и применять второй закон Ньютона для решения простых задач.
	Решать задачи, используя принцип сохранения (линейного) импульса.
	Объяснять понятия, описывающие системы координат Эйлера и Лагранжа, когда следует использовать каждую из них и как переводить величины из одной в другую.
	Объяснять действие центростремительного ускорения и описывать круговое движение в системе, соотнося результирующую силу с центростремительным ускорением.
	Применять принцип сохранения момента количества движения к вращающимся системам.
	Объяснять понятия работы, кинетической энергии, потенциальной энергии и внутренней энергии.
	Решать простые задачи, используя принцип сохранения энергии.
	Решать простые задачи, используя взаимосвязь между мощностью, работой и силой.
Кинематика	Использовать язык кинематики для описания физических систем: положение, перемещение, расстояние, скорость, быстрота и ускорение.
	Решать задачи с использованием уравнений, описывающих соотношения между расстоянием, скоростью, ускорением и временем для равноускоренного движения по прямой линии.
	Использовать векторы и дифференциальное исчисление для описания движения в одном и двух измерениях.
Гидромеханика	Объяснять понятие гидростатического давления, передачи давления внутри жидкости и закон Паскаля; объяснять, почему давление уменьшается с высотой в атмосфере.
	Объяснять принцип плавучести и принцип Архимеда.
	Описывать понятие вязкости.
	Описывать поле ветра или другое векторное поле в терминах трансляции, деформации, дивергенции и вихревого движения.
	Описывать и применять понятия функции потока и потенциала скорости.
Перенос тепла	Объяснять взаимосвязь между линиями тока и траекториями.
	Объяснять физическую основу переноса тепла теплопроводностью, конвекцией и излучением.
Основы термодинамики	Описывать кинетическую теорию газов и объяснять физическую основу температуры.
	Применять основы термодинамики к газообразным системам, включая газовые законы для сухого и влажного воздуха, первый и второй законы термодинамики и закон Дальтона.
	Объяснять физическую основу явной теплоты, удельной теплоты и скрытого тепла, давления и насыщения пара.
	Объяснять физическую основу обратимых и необратимых процессов, энтропии и энтальпии.
	Описывать фазовые переходы воды в газообразной системе и их влияние на другие составляющие системы.

Волны	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.
	Объяснять основы волнового движения, включая понятия отражения, преломления, дифракции, интерференции, 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, а также рассеяния, поглощения и испускания излучения.

2.4 Обязательные темы

Этот раздел содержит результаты обучения по темам, которые являются обязательными для БИП-М. Они охватывают основную часть метеорологической науки.

2.4.1 Физическая метеорология

Физическая метеорология занимается научным объяснением основных атмосферных явлений. Она опирается на ранее полученные знания в области физики, применяя основные физические законы для объяснения наблюдаемых процессов в атмосфере. К числу понятий, упоминаемых в этом разделе, относятся термодинамическая структура атмосферы, солнечное и земное излучение, процессы в пограничном слое, физика облаков и принципы пользования приборами и выполнения измерений. В некотором смысле эти понятия являются составными элементами, облегчающими понимание более масштабных явлений, однако в то же время их можно использовать непосредственно для решения многих метеорологических задач.

Метеорологи должны уметь:

- использовать свои знания о составе атмосферы и лучистом теплообмене для объяснения структуры атмосферы, глобального энергетического баланса и парникового эффекта, а также общих оптических явлений;
- использовать законы термодинамики для объяснения устойчивой стратификации атмосферы и воздействия адиабатических и неадиабатических процессов, включая воздействие воды; использовать термодинамическую диаграмму для оценки свойств и устойчивости атмосферы;
- обобщать микрофизические процессы, участвующие в образовании облаков, осадков и электрических явлений, и использовать термодинамическую диаграмму для диагностики и прогнозирования таких явлений;
- использовать знания о турбулентности и приземных потоках для объяснения структуры и характеристик пограничного слоя атмосферы и поведения загрязняющих веществ;
- выбирать приборы для приземных и аэрологических измерений параметров атмосферы с учетом физических принципов функционирования, источников и характеристик ошибок и неопределенности, а также используемых практик контроля качества;
- использовать соответствующие методы наземного дистанционного зондирования и дистанционного зондирования из космоса в целях проведения качественных и количественных наблюдений за атмосферными и приземными явлениями; объяснять, как проводятся радиационные измерения, как они превращаются в атмосферные данные, как используются такие данные и какие в их отношении существуют ограничения.

Руководящие указания, приведенные в таблице 2.3, должны помочь в определении методических результатов обучения в рамках учебных модулей. Они призваны показать диапазон и тип знаний, необходимых для достижения результатов обучения в области физической метеорологии, не претендуя на то, чтобы быть исчерпывающими или ограничивающими.

Таблица 2.3. Предлагаемые методические результаты обучения в области физической метеорологии

Состав атмосферы, излучение и оптические явления в ней	
Структура и состав атмосферы	Обобщать характеристики тех атмосферных слоев (тропосферы, тропопаузы, стратосферы), которые наиболее важны для метеорологов, с указанием их основных составляющих элементов, температуры и содержания влаги в них.
	Обобщать сведения о составе атмосферы, включая малые газовые примеси, аэрозоли, минеральную пыль, вулканический пепел и загрязняющие вещества, в том числе о влиянии этих составляющих элементов.
Излучение в атмосфере	Объяснять влияние различий в распределении составляющих элементов атмосферы (включая аэрозоли, водяной пар, облака, парниковые газы и химически активные газы) и состояния поверхности (влажность, растительность, снежный покров) на поступающее и исходящее излучение.
Глобальный энергетический баланс	Объяснять широтные и сезонные колебания климата, обусловленные глобальным балансом энергии излучения, колебанием потока солнечного излучения и орбитальными характеристиками Земли.
Оптические явления	Объяснять прозрачность атмосферы и физику типичных оптических явлений (например, радуги, гало, короны, цвета неба, цвета облаков) и описывать метеорологические условия, благоприятствующие их возникновению.
Термодинамика и физика облаков	
Прикладная термодинамика	Применять законы термодинамики при решении основных задач, отталкиваясь от понимания понятия частицы воздуха, в том числе описывать адиабатические и диабатические процессы, адиабатическое движение сухого и насыщенного воздуха и соответствующие сохраняющиеся величины.
Атмосферная влажность	Объяснять физическую основу и применение общих параметров, используемых для представления количества влаги в атмосфере; описывать способы измерения этих величин и взаимосвязь между ними.
	Использовать знания из области термодинамики для описания процессов фазовых переходов воды, в том числе влияния этих фазовых переходов как на гипотетическую частицу воздуха, так и на более масштабные процессы.
Устойчивость атмосферы	Обобщать характеристики статически устойчивых, нейтральных и неустойчивых областей с точки зрения изменения плотности и поведения возмущенной частицы воздуха.
	Использовать знания из области термодинамики для описания и применения понятий условной, скрытой и потенциальной/конвективной неустойчивости.
	Выбирать наиболее значимые термодинамические параметры для оценки мер устойчивости данных, используя знания о физической основе этих параметров.
	Прогнозировать изменение показателей статической устойчивости вследствие диабатических и адиабатических процессов (например, инсоляции, выделения скрытого тепла и наклонного потока).

Термодинамические диаграммы	Использовать термодинамическую диаграмму для определения или расчета общих параметров, используемых для описания термодинамического состояния атмосферы, включая устойчивость, по результатам зондирования.
	Выводить информацию о структуре атмосферы (например, о наличии облаков и осадков) и процессах синоптического масштаба из термодинамических диаграмм.
Облачность и осадки	Описывать микрофизические процессы, приводящие к образованию, росту и рассеиванию атмосферных гидрометеоров, в том числе теплых и холодных облачных капель и частиц размером с осадки.
	Описывать макроскопическую структуру и существенную динамику основных типов холодных и теплых облаков.
	Прогнозировать вероятность образования разных типов облаков, типов осадков, росы, обледенения, инея и разных видов тумана с опорой на результаты анализа синоптических и мезомасштабных условий; объяснять, как местные условия могут способствовать или препятствовать развитию этих явлений.
Электрические явления	Описывать механизмы, вызывающие электрические явления в атмосфере, и оценивать вероятность возникновения этих явлений в конкретной синоптической и мезомасштабной ситуации.
Метеорология и микрометеорология пограничного слоя	
Турбулентные процессы	Описывать, каким образом характер турбулентных потоков отличается от характера ламинарных потоков; описывать механизмы возникновения и рассеяния турбулентных возмущений; описывать роль вязкости в обеспечении нижних граничных условий, ограничивающих потоки в пограничном слое.
	Объяснять, почему статистические методы используются для описания турбулентных потоков, какие общие схемы усреднения используются, а также физическую основу для разложения переменных потока на среднюю и флуктуирующую части.
	Объяснять качественным образом, как возникают турбулентные потоки массы, тепла, влаги и количества движения и что с ними происходит при перераспределении значений этих величин.
	Прогнозировать эволюцию пограничного слоя с точки зрения массы, тепла, влаги и количества движения на основе сведений о потоках этих величин, выраженных в виде функции вертикального распределения их средних значений.
Энергетический обмен в пограничном слое	Описывать энергетический баланс у поверхности Земли и процессы обмена энергией (тепловой и кинетической) с приземным слоем.
	Описывать баланс энергии и массы на верхней границе облачного и безоблачного пограничных слоев, включая роль турбулентности, вовлечения и лучистого теплообмена.
Структура и колебание пограничного слоя	Использовать знания о турбулентности, процессах, происходящих на поверхности и на верхней границе пограничного слоя для объяснения структуры и суточных колебаний устойчивых, нейтральных и неустойчивых пограничных слоев.
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); прогнозировать возникновение этих эффектов для конкретного места в конкретной синоптической и мезомасштабной ситуации.
	Объяснять происхождение, значение и ограничения спирали Экмана и гипотезу о длине пути перемешивания и использовать последнюю для оценки вертикальной структуры ветра в поверхностном слое, учитывая результаты соответствующего наблюдения.

Загрязняющие вещества в атмосфере	Использовать знания о распространенных загрязняющих веществах и их источниках, поглотителях, поведении и воздействии для прогнозирования масштабов их рассеяния, в зависимости от метеорологических условий, в том числе устойчивости, и возможного влияния на качество воздуха и видимость.
Наблюдения <i>in situ</i> и работа приборов	
Приземные измерения <i>in situ</i>	Объяснять физические принципы, используемые в приборах для проведения приземных измерений температуры, влажности, давления, атмосферных осадков, ветра, высоты облаков, видимости, солнечного сияния и излучения, высоты волн, а также ограничения и чувствительность таких приборов.
	Описывать способы классификации облаков, степеней видимости и типов погоды, наблюдения за ними, а также варианты использования этих данных и их ограничения.
Аэрологические измерения	Объяснять физические принципы, используемые в приборах для регистрации аэрологических измерений географического положения, давления, температуры, влажности, ветра, а также озона и других атмосферных составляющих элементов (например, пыли и вулканического пепла).
	Оценивать эффективность использования приборов, установленных на шарах-зондах и воздушных судах, при предоставлении информации для данного места, учитывая характеристики полета и частоту отправки сообщений с этих платформ.
Характеристики приборов	Использовать знания о характеристиках наземных и аэрологических приборов для выбора наилучшего источника данных и наблюдения за интересующими параметрами или явлениями.
Ошибки приборов и неопределенность	Использовать знания об общих источниках ошибок и неопределенности в стандартных приборах и методах наблюдений для оценки достоверности конкретных измерений, в том числе оценки влияния местных условий на репрезентативность того или иного наблюдения.
Использование и ограничения наблюдений	Описывать варианты использования и ограничения традиционных наблюдений для мониторинга погоды и климата и составления прогнозов.
Глобальные стандарты работы с приборами и сотрудничества	Объяснять важность национальных и международных стандартов измерений и соответствия передовой практике точной калибровки приборов.
	Описывать роль международного сотрудничества в деле производства наблюдений и обмена их результатами, уделяя особое внимание компонентным системам Интегрированной глобальной системы наблюдений ВМО.
Дистанционное зондирование	
Эти результаты обучения призваны снабдить метеоролога основными знаниями о распространенных системах дистанционного зондирования и выработать у него умение грамотно использовать эти данные в различных ситуациях. Работа с данными дистанционного зондирования потребует дальнейшего обучения на рабочем месте. В курсах, построенных на базе БИП-М, особенно в тех, которые ориентированы на слушателей, начинающих заниматься прогнозированием, должны учитываться содержащиеся в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209) системы требований к знаниям и навыкам в области спутниковой и радиолокационной метеорологии, которые основаны на представленной здесь информации.	

Принципы дистанционного зондирования	Использовать данные дистанционного зондирования с радиолокаторов, спутников и других систем вместе с наблюдениями <i>in situ</i> , численным прогнозированием погоды (ЧПП) и руководящими принципами для формирования общей картины о состоянии атмосферы и выявления ошибок, возникающих при использовании только одного источника данных.
	Выбирать необходимые данные дистанционного зондирования, принимая во внимание характеристики различных систем, особенности представляющей интерес географической области и специфику рассматриваемой метеорологической задачи.
	Выбирать форматы отображения для максимально эффективного использования преимуществ данных дистанционного зондирования, в том числе подходящие проекции, цветовые схемы и анимацию.
Активное зондирование	Объяснять, как системы активного зондирования, такие как радиолокаторы, лидары и акустический радар (СОДАР), используются для получения количественных и качественных данных об атмосферных параметрах (например, об интенсивности и типе осадков, скорости и направлении ветра, облачности, влажности, температуре, турбулентности и концентрации аэрозолей) и явлениях (таких как грозы, микропорывы и торнадо).
Пассивное зондирование	Объяснять, как используются системы пассивного зондирования для получения цифровых данных на основе поступающего излучения (например, в видимой, инфракрасной или микроволновой области спектра).
	Описывать, как данные с пассивных датчиков используются для получения информации, в частности, о температуре, влажности, составе атмосферы, молниях, высоте волн и почвенной влаге.
Метеорологические спутники	Описывать орбитальные характеристики геостационарных и низкоорбитальных спутников, задействованных для целей метеорологии, включая преимущества, ограничения и варианты применения данных, получаемых с этих платформ.
	Описывать характеристики, ограничения и варианты применения каналов, общих для спутниковых датчиков, в том числе датчиков видимого, ближнего инфракрасного, инфракрасного излучения, а также датчиков водяного пара.
	Объяснять причины объединения каналов, в том числе путем создания изображений по модели RGB, варианты применения таких изображений и их преимущества по сравнению с одноканальными изображениями.
	Выбирать одноканальные или многоканальные изображения для наблюдения за распространенными элементами, представляющими интерес, в том числе синоптическими и мезомасштабными погодными системами и опасными природными явлениями.
Радиолокаторы	Использовать знания о физических принципах работы метеорологического радиолокатора для объяснения ограничений, связанных с размером элементов осадков, фазовыми переходами и эффектом затухания, обусловленным метеорологическими условиями и неметеорологическими целями.
	Описывать способы обработки данных радиолокаторов для уменьшения эффекта затухания, получения сводных данных от сети радиолокаторов и проведения количественной оценки интенсивности и типа осадков, ветра и т. д.
	Выбирать наиболее подходящие изображения с радиолокаторов (в том числе изображения, полученные с применением двойной поляризации, если они есть) для дополнения других форм данных в рамках конкретной синоптической и мезомасштабной ситуации и рассматриваемой метеорологической задачи.

2.4.2 **Динамическая метеорология**

Формирование представления об эволюции атмосферы и умение делать выводы о последствиях для нее с точки зрения расхождения между моделями и наблюдениями требуют от метеорологов глубокого понимания физики движения атмосферного воздуха, в том числе взаимодействия и обратных связей между элементами на разных уровнях атмосферы (Carroll, 1997). Развитие численных моделей, которые сегодня являются основой большинства научных исследований и оперативной метеорологии, полностью зависит от динамики атмосферы. Таким образом, изучение основ динамики и численного моделирования является важной составляющей этих результатов обучения.

Учебные заведения должны позаботиться о том, чтобы преподавание динамики и численного моделирования отвечало потребностям слушателей. Подход, основанный на математических знаниях, получит распространение и приобретет дополнительную эффективность, если он будет сопровождаться практическим применением динамических концепций и ЧПП к фактическим данным.

Метеорологи должны уметь:

- объяснять применение понятий силы, ускорения и систем отсчета к физике динамики атмосферы на примере уравнений движения;
- применять концептуальные модели, полученные из динамической метеорологии, для объяснения и прогнозирования эволюции атмосферы в исследуемом районе;
- оценивать, в какой степени концептуальные модели соответствуют реальным условиям;
- использовать выходную продукцию численных моделей для представления интересующих явлений на основе понимания характеристик системы моделирования, рассматриваемых пространственных и временных масштабов и необходимости представления неопределенности.

Руководящие указания, приведенные в таблице 2.4, должны помочь в определении методических результатов обучения в рамках учебных модулей. Они призваны показать диапазон и тип знаний, необходимых для достижения результатов обучения в области динамической метеорологии, не претендуя на то, чтобы быть исчерпывающими или ограничивающими.

Таблица 2.4. Предлагаемые методологические результаты обучения в области динамической метеорологии

Динамика атмосферы	
Уравнения движения	Использовать второй закон Ньютона и влияние сил, действующих на частицу жидкости, с тем чтобы выводить уравнения горизонтального и вертикального движения (уравнения количества движения) в инерциальной системе отсчета.
	Объяснять физическую основу и влияние дополнительных членов, представляющих силы инерции, действующие во вращающейся системе отсчета.
	Объяснять понятие геопотенциала и причины, по которым используется геопотенциальная, а не геометрическая высота.
	Объяснять, почему давление часто используется в качестве вертикальной координаты в примитивных уравнениях при рассмотрении атмосферных потоков синоптического масштаба.
Масштабы движения	Классифицировать атмосферные явления в соответствии с их протяженностью и временными масштабами как явления микро-, мезо-, синоптического или планетарного масштаба.
	Использовать понятие масштабного анализа для описания упрощений уравнений движения, подходящих для каждого из этих масштабов движения.

Сбалансированные потоки	Описывать упрощения, сделанные при выводе основных классов сбалансированных потоков (в том числе геострофических, градиентных, циклострофических и инерционных потоков); описывать природу этих потоков и приводить их реальные примеры.
	Объяснять понятия толщины и баланса термического ветра.
Гидростатическое равновесие	Перечислять упрощения, сделанные при выводе гидростатического уравнения, устанавливать явления, при которых атмосфера не находится в гидростатическом равновесии, и объяснять способы определения вертикального движения при гидростатическом допущении.
Агеострофическое движение	Использовать уравнения движения для объяснения причин и последствий агеострофического движения, в том числе влияния трения.
Завихренность и дивергенция	Объяснять понятия дивергенции и завихренности и описывать механизмы, вызывающие изменения этих параметров.
	Описывать зависимость между дивергенцией в горизонтальном ветре и вертикальным движением.
Потенциальная завихренность	Объяснять понятия потенциальной завихренности, в том числе свойства сохранения и обратимости.
Квазигеострофический поток ³	Объяснять приближения и допущения в квазигеострофической системе уравнений и определять ситуации, в которых эти допущения могут не выполняться.
	Описывать порядок составления уравнений тенденции геопотенциала и омега-уравнений.
	Давать физическое толкование вынуждающих и реагирующих членов этих уравнений.
	Использовать уравнение тенденции геопотенциала для качественной оценки эволюции элементов верхних слоев атмосферы, таких как ложбины и гребни.
	Использовать омега-уравнение для качественной оценки распределения вертикального движения, связанного с идеализированными локальными максимумами скорости струйных течений, ложбинами и гребнями.
Волны в атмосфере	Описывать физическую и динамическую основу волновых движений различных масштабов в атмосфере и их характеристики, в том числе звуковых волн, гравитационных волн и волн Россби.
Бароклинная и баротропная неустойчивость	Описывать нарастание волн с помощью механизма бароклинной неустойчивости, делая акцент на развитии циклонов в средних широтах.
	Описывать, как баротропная неустойчивость вызывает рост возмущений в смещенных в горизонтальной плоскости потоках.
Численное моделирование⁴	
Ассимиляция данных	Объяснять, как получают информацию от сетей и систем наблюдений и как ее подготавливают для использования в модели ЧПП.
	Объяснять принципы, лежащие в основе объективного анализа, ассимиляции данных (в том числе трехмерной и четырехмерной вариационной ассимиляции данных и гибридных схем, включая использование ансамблей) и инициализации.
Модели ЧПП	Описывать компоненты модели ЧПП, в том числе динамическое ядро, параметризацию физических процессов и вопросы граничных условий, включая взаимодействие с моделями океана или поверхности суши.
	Объяснять различия между типами моделей (например, между спектральной моделью и моделью, использующей точки сетки координат, между гидростатической и негидростатической моделями).

³ См. соответствующие результаты по применению квазигеострофической теории в разделе «Погодные системы и метеорологическое обслуживание».

⁴ См. предлагаемые результаты в области применения ЧПП в разделе 2.4.3.

Сильные и слабые стороны ЧПП	Описывать основные источники неопределенности или ошибок в численных моделях атмосферы и то, какие ограничения они накладывают на точность прогнозирования.
	Описывать характерные возможности моделей глобального, регионального и конвективного масштаба с точки зрения пространственного и временного масштаба элементов, которые, вероятно, можно будет прогнозировать более или менее точно с заданной заблаговременностью.
Ансамбли	Объяснять принципы и преимущества подхода, основанного на ансамблевом моделировании.
	Объяснять, как происходит извлечение вероятностной информации из ансамблей, какое влияние оказывает размер ансамбля и каковы практическая значимость и ограничения ансамблей в прогнозировании экстремальных значений.
	Описывать варианты применения выходных данных ансамблевых моделей в различных временных и пространственных масштабах.
	Интерпретировать набор стандартной выходной продукции, извлеченной из ансамблей, например, вероятность превышения пороговых значений, нанесенных на карты, функции распределения вероятностей и статистические данные, нанесенные на метеограмму.
Субсезонное-сезонное прогнозирование (ССП)	Объяснять научные основы помесячного/субсезонного, сезонного и внутригодового прогнозирования.
	Получать и использовать выходную продукцию СПП для подготовки руководящих указаний относительно вероятных воздействий погодных режимов, которые, по прогнозам, будут иметь преобладающий характер, а также степени присущей системе прогнозирования предсказуемости и ее эффективности.
Уменьшение масштаба	Описывать методы, используемые для обеспечения подробной региональной информации об атмосфере на основе выходной продукции глобальных моделей.
Последующая обработка и варианты применения	Описывать методы дальнейшей обработки выходной продукции ЧПП (например, фильтрации Калмана или машинного обучения) и преимущества их использования.
	Описывать некоторые варианты применения выходной продукции ЧПП (например, волновые, гидрологические модели и модели урожайности сельскохозяйственных культур).

2.4.3 **Погодные системы и метеорологическое обслуживание**

Результаты обучения в этом разделе призваны развить у слушателей способность применять полученные знания в области физической и динамической метеорологии к реальным погодным системам, в том числе способность анализировать, оценивать и прогнозировать их, используя данные наблюдений и ЧПП. Такой подход позволит всем метеорологам выстроить связь между областью своей специализации и влиянием погоды на людей и общество.

В первых двух подразделах рассматриваются системы в среднеширотных/полярных и тропических регионах, соответственно. Охват результатов в том или ином разделе представляется достаточно полным с точки зрения удовлетворения требований БИП-М. Аналогичным образом обращаться к подразделу, посвященному мезомасштабной метеорологии, следует в тех случаях, когда речь идет о районе ответственности и мезомасштабных явлениях, которые, по всей вероятности, возникнут в этих районах. Такой шаг направлен на то, чтобы дать учебным заведениям и слушателям, планирующим работать исключительно или в тропиках, или в средних широтах, возможность изучать только те результаты, которые имеют отношение к их будущей карьере, и таким образом обеспечить соответствие системам компетенций.

Даже слушателям курсов, рассчитанных исключительно или на регионы средних широт, или на тропические регионы, рекомендуется по крайней мере в ознакомительном порядке изучить другой курс, с тем чтобы понимать содержание и язык глобальной метеорологии и использовать ее как основу для будущих исследований.

Последние два подраздела охватывают базовые знания о том, как наблюдают за погодой, анализируют и прогнозируют ее. Однако само по себе достижение этих результатов обучения не квалифицирует слушателя как прогнозиста, к тому же это и не предполагается. Учреждениям, которым необходимо обучать и готовить прогнозистов, следует обращаться к *Compendium of WMO Competency Frameworks* (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209).

Метеорологи должны уметь:

- применять концептуальные модели явлений синоптического, мезо- и конвективного масштаба для интеграции данных наблюдений и прогнозов в целостные структуры; объяснять формирование, эволюцию и характеристики этих явлений, опираясь на знания в области физической и динамической метеорологии;
- выявлять ситуации, когда реальные погодные системы отклоняются от концептуальных моделей, опираясь на знания о присущих моделям ограничениях, и указывать причины таких отклонений;
- прогнозировать возникновение экстремальных или опасных метеорологических условий, связанных с синоптическими, мезомасштабными или конвективными явлениями, и проводить мониторинг данных наблюдений для верификации прогнозов;
- подготавливать анализы и основные прогнозы с использованием данных наблюдений и прогнозов в реальном времени или за прошлые периоды, включая мониторинг и наблюдение за погодой;
- обобщать роль национальных метеорологических служб и других поставщиков, опираясь на знания о потребностях общества, воздействиях суровой погоды, продукции и обслуживании, используемых для удовлетворения потребностей пользователей, и процессах, используемых для управления качеством.

Руководящие указания, приведенные в таблице 2.5, должны помочь в определении методических результатов обучения в рамках учебных модулей. Они призваны показать диапазон и тип знаний, необходимых для достижения результатов обучения в области погодных систем и метеорологического обслуживания, не претендуя на то, чтобы быть исчерпывающими или ограничивающими.

Таблица 2.5. Предлагаемые методологические результаты обучения в области погодных систем и метеорологического обслуживания

Погодные системы синоптического масштаба в средних широтах и полярных регионах	
Погодные системы	Описывать среднее состояние и основные режимы атмосферной изменчивости в средних широтах и полярных регионах и объяснять их с динамической и физической точки зрения, в том числе с учетом влияния топографии.
	Обобщать основные различия между погодными системами в тропиках, с одной стороны, и погодными системами в средних широтах и полярных регионах, с другой стороны; объяснять причины этих различий.
Воздушные массы	Объяснять, чем характеризуются воздушные массы, как они формируются и как меняется их температура, влажность и устойчивость по мере удаления от регионов-источников.
	Апеллировать понятиями, отражающими характеристики воздушных масс и их трансформацию, для прогнозирования изменения местной погоды с учетом географических, суточных и сезонных факторов.

Фронты	Описывать структуру и характеристики синоптических холодных, теплых, квазистационарных фронтов и фронта окклюзии.
	Проводить анализ положения и движения фронтальной зоны путем отбора соответствующей информации, содержащейся в данных наблюдений (<i>in situ</i> и дистанционного зондирования) и выходной продукции моделирования.
	Применять физические и динамические подходы для объяснения отличий наблюдаемых фронтов от идеализированных концептуальных моделей.
	Описывать кинематические и динамические процессы, вызывающие фронтогенез и фронтолиз, а также процессы, отвечающие за фронтогенез в верхней атмосфере.
Депрессии в средних широтах	Применять физические и динамические подходы для объяснения жизненного цикла депрессий в средних широтах с помощью норвежской модели циклонов, включая трехмерную структуру развивающейся депрессии и воздушного потока в ней.
	Определять теплые и холодные «конвейерные пояса», связанные с депрессией в средних широтах в подвижной системе отсчета.
	Описывать недостатки базовой модели циклонов и определять ситуации, в которых отступление от модели или использование других моделей, таких как модель Шапиро — Кейзера, или гибридных моделей представляется более целесообразным.
	Применять знания о динамических процессах для объяснения циклогенеза и факторов, способствующих взрывному циклогенезу.
Погодные системы в полярных регионах	Объяснять характеристики, процесс образования и влияние погодных систем в полярных регионах, в том числе кatabатических ветров, барьерных ветров, скоплений холодного воздуха и полярных областей низкого давления.
Струйные течения и локальные максимумы скорости струйных течений	Применять физические и динамические подходы для объяснения образования, структуры и эффектов локальных максимумов скорости струйных течений, используя простую четырехквadrантную модель для объяснения связи между струйными течениями и развитием или сохранением характера движения потоков в средних широтах.
Вертикальное движение синоптического масштаба ⁵	Объяснять роль вертикального движения в природе и эволюцию погодных систем синоптического масштаба.
	Диагностировать вертикальное движение синоптического масштаба в погодных системах средних широт, используя соответствующую методику (например, рассматривая агеострофическое движение, используя теорию Петтерссена или Сатклиффа, применяя квазигеострофическое омега-уравнение в его традиционной или Q-векторной форме или используя концепцию потенциальной завихренности), отмечая сильные и слабые стороны используемой методики.
Воздействия погоды	Описывать погоду, уделяя особое внимание экстремальным или опасным условиям (таким как штормовые ветры, значительное накопление осадков и резкое похолодание или потепление), которые могут быть связаны с погодными системами в средних широтах и полярных регионах.
	Описывать вероятные воздействия таких условий, в том числе неметеорологические факторы, которые необходимо учитывать при оценке этих воздействий, и преимущества использования основанного на воздействиях подхода к информированию об опасных явлениях.
Ограничения концептуальных моделей	Анализировать текущие и/или наблюдавшиеся в прошлом погодные явления для оценки того, в какой степени теории и концептуальные модели погодных систем в средних широтах и полярных регионах соответствуют реальным условиям.

⁵ См. соответствующие результаты в области динамической метеорологии, в которых раскрываются теоретические аспекты некоторых из этих тем. Настоящий раздел призван содействовать выстраиванию связей между двумя разделами с помощью представленных в нем результатов в отношении применения теоретических основ к погодным системам в средних широтах.

Тропические и субтропические погодные системы	
Общая циркуляция в тропиках	Описывать с помощью физических и динамических подходов среднее состояние и основные режимы атмосферной изменчивости в тропиках с точки зрения соответствующих переменных, а также то, как и почему они отличаются от таковых в более высоких широтах.
Крупномасштабные тропические возмущения	Описывать крупномасштабные тропические возмущения и их временную изменчивость, включая внутритропическую зону конвергенции, 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 изотоп, и определение областей конвергенции/дивергенции.
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	Объяснять развитие, структуру, характеристики и воздействия тропических циклонов, используя физические и динамические подходы.
	Описывать глобальную систему прогнозирования тропических циклонов и их воздействий, а также предупреждения о них.
Муссоны	Описывать природу, характеристики и воздействия основных муссонных циркуляций.
	Применять физические и динамические подходы для объяснения структуры и характеристик муссонов, а также основных динамических процессов, участвующих в их развитии.
Сопряженная система «океан — атмосфера»	Описывать роль сопряженной системы «океан — атмосфера», в том числе ее теоретические основы, уделяя особое внимание Эль-Ниньо/Южному колебанию.
Воздействия погоды	Описывать погоду, уделяя особое внимание экстремальным или опасным условиям, которые могут быть связаны с тропическими погодными системами (включая тропические циклоны и муссоны).
	Описывать вероятные воздействия таких условий, в том числе неметеорологические факторы, которые необходимо учитывать при оценке этих воздействий, и преимущества использования основанного на воздействиях подхода к информированию об опасных явлениях.
Ограничения концептуальных моделей	Анализировать текущие, недавние или наблюдавшиеся в прошлом погодные явления для оценки того, в какой степени теории и концептуальные модели погодных систем средних широт и полярных регионов соответствуют реальным условиям.
Мезомасштабные погодные системы	
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	Описывать мезомасштабные особенности, связанные с депрессиями (полосы дождя, «сухие» линии, фронты порывистости, линии шквалов и т. д.).
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, характеристик и формирования изолированной конвекции, в том числе однопорочных, мультиспорочных и суперячейковых грозных образований и мезоциклонов.
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 (подветренных волн, завихрений, восходящих и нисходящих склоновых ветров, долинных ветров, воздушных потоков в ущельях, подветренных циклонов и т. д.).
Экстремальные погодные условия	Описывать погоду, уделяя особое внимание экстремальным или опасным условиям, связанным с конвективными или мезомасштабными явлениями, а также вероятные воздействия таких условий.
Ограничения концептуальных моделей	Анализировать текущие и/или наблюдавшиеся в прошлом погодные явления для оценки того, в какой степени теории и концептуальные модели конвективных или мезомасштабных явлений соответствуют реальным условиям.
Наблюдения за погодой, ее анализ и оценка	
Мониторинг погоды и наблюдения за ней	Осуществлять мониторинг погоды, в том числе путем производства основных приземных наблюдений, с помощью приборов и визуальных оценок (в том числе определять типы облаков, количество облаков, видимость и тип погоды) и объяснять основания для проведения таких оценок.
	Описывать физические причины, лежащие в основе погодных явлений, которые можно наблюдать с поверхности Земли.
Обработка данных наблюдений	Описывать, как и почему данные наблюдений проверяются на качество, как они кодируются и распространяются.
Синоптический анализ и интерпретация	Анализировать и интерпретировать синоптические карты и результаты зондирования, нанесенные на термодинамические диаграммы.
	Описывать ограничения данных наблюдений, применяемых в синоптических анализах, а также глобальных и региональных анализов, проводимых оперативными системами ассимиляции данных.
Интерпретация радиолокационных данных	Интерпретировать обычные радиолокационные изображения, в том числе используя методы увеличения контрастности и анимированные изображения, для определения особенностей, связанных с конвективными и мезомасштабными процессами.
Интерпретация спутниковых изображений	Интерпретировать спутниковые изображения, включая использование обычных длин волн, а также методы увеличения контрастности и анимированные изображения, для определения типов и структур облаков, синоптических и мезомасштабных систем и других явлений (например, тумана, вулканического пепла, пыли и пожаров).
Объединение традиционных данных и данных дистанционного зондирования	Объединять данные дистанционного зондирования и традиционных наблюдений для определения синоптических и мезомасштабных систем и оценки метеорологической обстановки путем сравнения особенностей, обнаруженных в отдельных источниках данных.
Прогнозирование погоды	
Местная погода	Описывать факторы, влияющие на местную погоду (например, влияние орографии и крупных водных объектов на облачность и атмосферные осадки или влияние на погоду разных типов поверхности суши).
Процесс выработки прогнозов	Описывать основные компоненты процесса выработки прогнозов, в том числе производство наблюдений, анализ, оценку, прогнозирование, подготовку, предоставление и верификацию продукции.
Типы методов прогнозирования	Объяснить преимущества и недостатки подготовки прогнозов на основе инерционности, климатологии, экстраполяции, эмпирических методов и ЧПП.
	Описывать роль прогнозиста и то, как она менялась вследствие внедрения ЧПП и других инноваций.

Наукастинг	Применять данные наблюдений с высоким пространственным и временным разрешением и, в частности, системы дистанционного зондирования, вместе с концептуальными моделями для обнаружения и наукастинга погодных явлений со значительными воздействиями и последствиями ⁶ .
Концептуальные модели	Применять концептуальные модели при составлении краткосрочных прогнозов и интерпретации долгосрочных прогнозов, отмечая случаи, когда реальные системы не всегда соответствуют этим моделям.
Практическое прогнозирование	Объединять информацию из различных источников для объяснения условий текущей погоды; применять основные методы прогнозирования, включая интерпретацию выходной продукции ЧПП, для прогнозирования атмосферных переменных (например, максимальной и минимальной температуры, ветра, типа и интенсивности атмосферных осадков) в каком-либо конкретном месте.
	Определять основные источники неопределенности в конкретном прогнозе и то, как они могут меняться по мере поступления большего количества данных с меньшей заблаговременностью.
	Сочетать данные прогноза со знаниями об уязвимости пользователей для определения потенциальных воздействий и оценки их величины и вероятности.
Предоставление обслуживания	
Поставщики обслуживания	Описывать роль НМГС в деле мониторинга, прогнозирования погоды и ее воздействий, а также информирования о них.
	Описывать роль других поставщиков, в том числе частного сектора и международных организаций.
Предоставление обслуживания	Предоставлять информацию о погоде таким образом, чтобы удовлетворять потребности пользователей с разным уровнем метеорологических знаний.
	Принимать решения об использовании детерминистского или вероятностного подхода, исходя из временных масштабов, неопределенности ситуации и потребностей пользователей.
Ключевые виды продукции и обслуживания	Описывать ключевые виды продукции и обслуживания (в том числе предупреждения об опасных метеорологических условиях), основанные на информации о текущей и прогнозируемой погоде, которые предоставляются населению и другим пользователям.
	Описывать различные каналы связи или средства массовой информации, используемые для распространения информации о погоде, в том числе возможные недостатки этих методов.
	Описывать, каким образом продукция и обслуживание используются общественностью, правительствами, предприятиями и другими конечными пользователями (например, для принятия решений и управления рисками).
Опасные метеорологические явления	Описывать, в какой степени опасные погодные системы, оказывающие воздействие на регион ответственности, могут быть спрогнозированы с достаточной заблаговременностью для принятия мер.
	Объяснять важность оценки риска опасных условий погоды, в том числе связь между погодой и другими опасными природными явлениями, а также значимость выпуска своевременных и точных предупреждений.
	Объяснять преимущества выпуска предупреждений, основанных на информации о потенциальных воздействиях опасных условий погоды, а не только на сведениях об интенсивности погодных явлений.
	Описывать потенциальные воздействия опасных условий погоды на общество.

⁶ В документе *Guidelines for Nowcasting Techniques* (Руководящие указания по методам наукастинга) (WMO-Но. 1198) более подробно изложены требования к знаниям и уровню подготовки, необходимым для наукастинга, к нему следует обращаться при разработке программ, предназначенных для обучения метеорологов-прогнозистов.

Системы менеджмента качества ⁷	Объяснять роль и значение системы менеджмента качества (СМК) в предоставлении обслуживания.
	Описывать основные методы, используемые в рамках СМК для оценки качества продукции и обслуживания и устранения проблем, связанных с качеством.
Выгоды и затраты, связанные с метеорологическим обслуживанием	Выявлять экономическое и социальное влияние метеорологического обслуживания на страну и ее ключевые сектора пользователей.

2.4.4 **Наука о климате и климатическое обслуживание**

Изменение климата является главным вызовом современности и темой, к которой в той или иной степени будут обращаться профессиональные метеорологи всех категорий. Кроме того, функции метеорологов-прогнозистов продолжают расширяться — они уже включают в себя предоставление более долгосрочных прогнозов, в том числе месячных и сезонных предсказаний.

Результаты обучения в этом разделе БИП-М не предназначены для того, чтобы дать учащимся все знания и навыки, необходимые для работы профессиональным климатологом или исследователем климата. При подготовке курсов в этой области следует обратиться к отдельному разрабатываемому в данный момент БИП-КО. Эти результаты призваны дать всем метеорологам базовые знания о климатической системе Земли, ее изменчивости и изменении климата, с тем чтобы они могли убедительно говорить о климате, грамотно использовать прогностическую продукцию более длительной заблаговременности и четко информировать о ней пользователей.

Метеорологи должны уметь:

- применять концептуальные модели глобальной циркуляции атмосферы, климатической системы Земли и взаимодействия между сушей, океаном, атмосферой и криосферой для объяснения среднего состояния климата;
- интерпретировать продукцию и обслуживание, основанные на климатической информации, с учетом присущей им неопределенности;
- описывать наблюдаемую изменчивость климатической системы, а также причины и воздействия этой изменчивости; использовать эти знания для интерпретации такой продукции, как климатические предсказания и прогнозы в диапазоне от месячных до сезонных;
- сообщать результаты месячных, сезонных и климатических прогнозов на основе понимания вероятности, неопределенности и предсказуемости в различных масштабах, а также чувствительности аудитории;
- объяснять долгосрочные изменения, происходящие в климатической системе, опираясь на знания о методах наблюдений за ними, их факторах, включая обратные связи внутри системы, потенциальных воздействиях изменения климата и возможных стратегиях адаптации и смягчения последствий.

Руководящие указания, приведенные в таблице 2.6, должны помочь в определении методических результатов обучения в рамках учебных модулей. Они призваны показать диапазон и тип знаний, необходимых для достижения результатов обучения в области науки о климате и климатического обслуживания, не претендуя на то, чтобы быть исчерпывающими или ограничивающими.

⁷ С дополнительной информацией о подготовке кадров для поддержки обеспечения СМК можно ознакомиться в *Руководстве по внедрению систем менеджмента качества для национальных метеорологических и гидрологических служб и других соответствующих поставщиков обслуживания* (ВМО-№ 1100).

Таблица 2.6. Предлагаемые методические результаты обучения в области науки о климате и климатического обслуживания

Система «Земля-атмосфера» и общая циркуляция	
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, каким образом оценивается климат, и присущую климатическим данным неопределенность; объяснять, как анализируются климатические данные с использованием статистических методов и как показатели климата можно измерить с помощью данных дистанционного зондирования.
Компоненты климатической системы	Описывать основные характеристики энергетического, гидрологического, углеродного и азотного циклов.
Особенности глобальной циркуляции	Объяснять основные особенности глобальной циркуляции атмосферы и океанов на основании понимания задействованных физических и динамических процессов.
	Описывать глобальный энергетический баланс, а также роль атмосферы и океана в выравнивании различий в нагревании излучением между экватором и полюсами.
Региональный и местный климат	Оценивать факторы, определяющие региональный и местный климат.
Классификация и описание климата	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 регионе ответственности, а также способы получения и представления климатологической информации.
	Извлекать информацию из таблиц и графиков основных климатических данных и интерпретировать ее для составления описания местной климатологии в терминах среднего/усредненного значения, величины отклонения и экстремальных значений.
Ключевые виды продукции и обслуживания	Описывать ключевые, основанные на климатической информации, виды продукции и обслуживания, 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 управления рисками).
Изменчивость климата и изменение климата	
Данные для оценки колебаний климата	Описывать источник и механизмы обработки данных, которые используются для реконструкции климата в прошлом и для оценки изменений климата и состава атмосферы.
Наблюдаемые колебания климата	Описывать, как климат изменился в самое последнее время в контексте изменений в более широком смысле, которые происходили в прошлом, и методы, используемые для объяснения соответствующих причин.
Взаимодействие между атмосферой и океаном	Описывать различные способы влияния атмосферы и океанов друг на друга.
Изменчивость климата	Применять физические и динамические подходы для объяснения причин изменчивости климата, обусловленной воздействием внутренних факторов (включая примеры дальних корреляционных связей, аномалий и климатических последствий значимых 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 стратегии в области адаптации и смягчения воздействий, которые применяются в качестве мер реагирования на текущие и прогнозируемые изменения климата.
Климатические модели	Объяснять различия между климатическими моделями и моделями, используемыми для прогнозирования погоды; объяснять, почему существуют неопределенности в прогнозах климата.
	Описывать, как можно проверить достоверность климатических прогнозов; объяснять, почему существуют расхождения между статистическими внутригодовыми прогнозами и предсказаниями, подготовленными с помощью климатических моделей.

2.5 Результаты обучения в области профессионального развития

В этом разделе содержатся предложения относительно результатов обучения, которые помогут метеорологам достичь ряда всеобъемлющих результатов обучения и тем самым развить фундаментальные профессиональные навыки, которые понадобятся им в начале карьеры. Перечень приведенных ниже результатов не является исчерпывающим, а учреждения при обращении к ним будут руководствоваться национальными и региональными потребностями в людских ресурсах. Результаты, указанные в настоящем разделе, также не являются обязательными; скорее, они призваны дать руководящие указания в отношении некоторого объема знаний, которые могут понадобиться сейчас или в будущем.

2.5.1 Управленческие навыки

Учебным заведениям рекомендуется предоставлять возможности для обучения основам бизнеса и менеджмента в рамках общей программы по метеорологии. Предложения по темам, которые было бы полезно включить в такие курсы, можно найти в *A Compendium of Topics to Support Management Development in National Meteorological and Hydrological Services* (Сборник тем для оказания содействия развитию управленческих навыков в национальных метеорологических и гидрологических службах) (ETR-24) (World Meteorological Organization, 2018a).

2.5.2 Навыки общения и работы в коллективе

На развитие способности доносить информацию о прогнозах, воздействиях и результатах научных исследований до различных типов аудитории направлен целый ряд результатов обучения, указанных в разделах БИП-М, которые посвящены погодным системам и климату. Приведенные ниже результаты более подробно раскрывают эти результаты, обеспечивая основу для обучения и оценки навыков общения и работы в коллективе.

В результате достижения этих результатов обучения, направленных на развитие навыков общения, слушатель должен уметь:

- сообщать метеорологическую информацию в формате обсуждений политики прогнозирования и брифингов, ориентированных на воздействия и использующих воронку прогнозов;
- определять основные факторы чувствительности пользователей к погоде и климату и проводить специализированные брифинги, посвященные вопросам воздействий, неопределенности, достоверности и поддержки при принятии решений;

- готовить и проводить интервью для средств массовой информации и информационно-просветительские мероприятия с использованием простого языка, тезисов и документов, передающих ключевые идеи⁸;
- взаимодействовать с пользователями и коллегами, используя правильный тон и язык тела, а также проявляя заинтересованность;
- составлять четкие и краткие документы;
- делиться знаниями и конструктивно работать с другими участниками коллектива.

Руководящие указания, приведенные в таблице 2.7, должны помочь в определении методических результатов обучения в рамках учебных модулей.

Таблица 2.7. Предлагаемые ориентированные на развитие навыков общения результаты обучения, которые были бы полезны специалистам в области оперативной метеорологии

Ориентированные на воздействия метеорологические брифинги	
Обобщение данных наблюдений за погодой	Обобщать данные о прошедших и текущих особых погодных явлениях и их воздействиях.
Объяснение текущей ситуации	Представлять связный рассказ о прошедших и текущих погодных условиях, используя воронку прогнозов и концептуальные модели атмосферы.
Обобщение текущей продукции	Точно и кратко излагать содержание текущей политики прогнозирования, прогностической продукции и предупреждений.
Предоставление прогнозов	Обобщать информацию о будущих опасных погодных явлениях со значительными воздействиями и последствиями, включая необходимые предупреждения.
	Последовательно излагать метеорологическую информацию о дальнейшей эволюции атмосферы, используя воронку прогнозов и концептуальные модели.
	Обсуждать вопросы неопределенности, достоверности и альтернативные сценарии.
Соблюдение стиля	Действовать своевременно и быть кратким.
	Менять тон и голос при взаимодействии с коллегами.
	Применять навыки активного слушания, чтобы убедиться, что информация была эффективным образом доведена до сведения сотрудников и что они знают свои обязанности.
Брифинги для пользователей и поддержка пользователей при принятии решений	
Оценка потребностей пользователей	Получать информацию о потребностях пользователей путем конструктивного диалога.
	Изучать деятельность пользователей, в том числе их рабочие стандарты и процедуры, чувствительность к погодным и климатическим условиям и пороговые значения для принятия ключевых решений.
Проведение специализированных брифингов, посвященных прогнозам погоды	Проводить ориентированные на воздействия метеорологические брифинги, которые помогают пользователям принимать решения, используя знания об их потребностях.
	Использовать язык и концептуальные модели погоды, соответствующие метеорологическим знаниям пользователей и продолжительности брифинга.
	Проводить брифинги, следя за голосом и тоном, а также проявляя заинтересованность, с тем чтобы взаимодействовать с пользователями и удовлетворять их потребности.

⁸ ВМО опубликовала подробную информацию о компетенциях вещателей и структур, распространяющих информацию, в *Compendium of WMO Competency Frameworks* (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209).

Повышение ценности существующей продукции	Объяснять пользователям текущую политику прогнозирования, значение предупреждений и прогнозов с учетом их потребностей.
	Объяснять неопределенность прогнозов и альтернативные сценарии с опорой на понимание концептуальных моделей и факторов чувствительности пользователей.
Брифинги для средств массовой информации и работа с общественностью	
Подготовка	Определять ракурс, под которым будет преподноситься история, или цель информационно-просветительской деятельности.
	Использовать принцип «перевернутой пирамиды», с тем чтобы во время брифингов для средств массовой информации акцентировать внимание на наиболее важной информации и затронуть ключевые проблемы или интересы целевой аудитории.
	Выявлять сложные вопросы и готовиться к ним, избегая по возможности спорных тем.
	Использовать или готовить тезисы для проведения специализированного интервью для средств массовой информации.
Языковые навыки	Излагать метеорологическую терминологию простым языком.
	Использовать тон/голос для проявления заинтересованности и привлечения внимания слушателей.
Язык тела	Использовать зрительный контакт и язык тела, с тем чтобы проявлять заинтересованность и привлекать внимание слушателей.
Навыки письма	
Документы по прогнозам и предупреждениям	Составлять письменную продукцию, в том числе прогнозы, предупреждения, сводки и тезисы.
	Использовать технический или простой язык в соответствии с потребностями пользователей и коллег.
	Корректировать текст, созданный графическим и автоматическим способом, для обеспечения его ясности и точности.
Социальные сети	Составлять основанные на воздействиях короткие сообщения, используя ясный, понятный язык, изображения и ссылки на предупреждения и прогнозы.
	Составлять ответы на комментарии, делая акцент на описании погоды, избегая спорных тем и придерживаясь ценностей НМГС и кодекса поведения.

2.5.3 Информационные технологии

Способность извлекать значимую, ценную информацию из метеорологических данных и представлять ее всегда была одной из ключевых компетенций метеорологов. В последние годы объемы данных наблюдений и прогнозов резко возросли, и это обстоятельство является источником как проблем, так и возможностей. Для использования имеющихся данных многим метеорологам сегодня необходимы навыки компьютерного программирования, работы с данными и их визуализации, а также знания по применению методов машинного обучения.

Цель достижения этих результатов состоит в том, чтобы слушатель мог:

- получать доступ к метеорологическим данным, хранящимся в различных форматах, работать с ними и просматривать их;
- использовать статистические инструменты для извлечения полезной информации из данных;
- понимать, как методы машинного обучения используются для построения простых моделей прогнозирования погоды, климата и их воздействий.

В таблице 2.8 перечислены предлагаемые результаты обучения в области использования информационных технологий.

Таблица 2.8. Предлагаемые результаты обучения в области использования информационных технологий

Базовые навыки работы с ИТ	Писать простые сценарии командной оболочки для автоматизации процессов и объединения функций нескольких программ для выполнения задачи.
	Использовать командную строку для взаимодействия с операционной системой, в том числе для запуска программ и управления файлами и процессами.
	Использовать программы для работы с текстом, электронными таблицами и презентациями.
Программирование	Писать простые программы на языке программирования высокого уровня, в том числе использовать переменные, циклы, средства управления потоками, ввод/вывод из файлов и командную строку.
	Использовать возможности языка, такие как функции, для эффективного структурирования кода путем его повторного использования.
	Использовать функционал, предоставляемый стандартными библиотеками языка или импортируемый из специализированных библиотек.
	Использовать массивы и операторы массивов из стандартных математических библиотек и объяснять преимущества применения таких операторов по сравнению с циклическим просмотром наборов данных.
	Проверять и обрабатывать ошибки и исключения, используя стандартные возможности языка.
	Использовать жизненный цикл разработки программного обеспечения для учета требований, а также надлежащей разработки, реализации, документирования, экспертной оценки и тестирования кода.
	Использовать систему контроля версий для поддержания целостности кода и упрощения совместной работы.
Метеорологические данные	Описывать и сопоставлять распространенные форматы файлов для хранения метеорологических данных, в том числе текстовые и двоичные форматы.
	Объяснять важность сохранения метаданных и понимания происхождения, достоверности и блоков данных.
	Использовать стандартные библиотеки для загрузки структурированных метеорологических данных, перемещения по ним и работы с ними.
Визуализация	Отображать данные с использованием различных типов диаграмм, которые четко и однозначно представляют информацию, содержащуюся в данных, включая линейные диаграммы, диаграммы рассеяния и гистограммы.
	Использовать заголовки, оси, подписи данных и другие стандартные элементы для обеспечения понимания данных.
	Учитывать доступность и потребности пользователей при разработке средств визуальной коммуникации, например, выбирая единые для восприятия цветовые гаммы.
	Отображать геопространственные данные с помощью символов, контуров или цветовой сетки, используя подходящую картографическую проекцию, масштаб и цветовую гамму.
Статистические вычисления	Использовать инструменты программирования, такие как математические библиотеки, для расчета стандартных статистических параметров и проведения соответствующих анализов, с тем чтобы обобщать и сравнивать данные.
	Применять методы, в том числе фурье-образы и эмпирические ортогональные функции, для уменьшения размерности наборов данных и обнаружения временных сигналов в данных временных рядов.

Машинное обучение	Описывать все необходимые шаги по преобразованию необработанных данных для их анализа, включая очистку, преобразование блоков, упорядочивание и категоризацию.
	Распределять данные по наборам для обучения и тестирования и объяснять причины такого шага.
	Объяснять алгоритмы контролируемого и неконтролируемого машинного обучения и выбирать подходящую схему для конкретной задачи.
	Объяснять принципы, лежащие в основе схем контролируемой линейной регрессии и классификации, и применять их в работе с данными для создания простых прогностических моделей.
	Описывать, как простые алгоритмы неконтролируемого машинного обучения, такие как метод k-ближайших соседей, можно использовать для классификации данных.
	Описывать, как алгоритмы, такие как нейронные сети, можно применять для построения нелинейных моделей.
	Объяснять, почему возникают проблемы смещения и разброса, какие стратегии существуют для их минимизации и каковы возможные последствия с позиции вариантов применения прогнозирования погоды и климата.
	Описывать возможные этические или юридические проблемы, возникающие при использовании методов машинного обучения, включая работу с персональными данными и невозможность объяснить решения, принимаемые алгоритмами.

2.5.4 **Навыки проведения научных исследований**

Многие программы бакалавриата включают завершающий модуль, в рамках которого слушатели проводят независимое научное исследование, которое часто приобретает форму диссертации. Этот опыт, несомненно, служит прочной основой для более глубокого изучения методологии научных исследований во время обучения в аспирантуре. Для остальных слушателей наличие базовых навыков проведения независимых научных исследований может оказаться полезным на протяжении всей карьеры, поскольку они могут им пригодиться в ходе постоянного повышения квалификации и при подготовке тематических исследований или учебных материалов.

В таблице 2.9 перечислены предлагаемые результаты обучения в области научных исследований и научной коммуникации.

Таблица 2.9. Предлагаемые результаты обучения в области научных исследований и научной коммуникации

Планирование и подготовка научных исследований	
Подбор и чтение научной литературы	Планировать и проводить подбор литературы с использованием ряда источников. Пользоваться услугами библиотек в целях получения помощи в процессе подбора литературы. Использовать различные типы ресурсов, такие как обзорные статьи, авторские статьи, оригинальные научные исследования и книги.
	Оценивать контекст, достоверность, субъективность и обоснованность выводов, сделанных в литературе, а также наличие в них конфликта мнений.
	Обобщать и критически оценивать аргументы, результаты и выводы.
	Определять недостаточно проработанные аспекты проводимых научных исследований или областей, в которых дальнейший научный поиск представляется плодотворным.

Подготовка и проведение научных исследований	Ставить научно-исследовательский вопрос.
	Формулировать гипотезу.
	Определять подходящую форму экспериментального или неэкспериментального научного исследования.
	Разрабатывать методологию научного исследования, которая сводит к минимуму субъективные оценки и другие недостоверные результаты.
	Следовать плану научного исследования, корректируя его при возникновении проблем или появлении возможностей, но не допуская отклонений от первоначального научно-исследовательского вопроса или гипотезы.
	Интерпретировать результаты, используя соответствующие статистические меры, с тем чтобы можно было убедиться в значимости результатов и определить, подтверждается ли гипотеза.
Научная коммуникация⁹	
Написание статей	Использовать стратегию для разработки структуры или плана статьи, в которой убедительно представлены результаты научного исследования и содержатся присущие ей стандартные структурные элементы.
	Создавать четкий, удобочитаемый, убедительный текст, таблицы, рисунки и соответствующие подписи.
	Оформлять ссылки на все упоминаемые или цитируемые работы в соответствии с утвержденным форматом.
Процесс рецензирования	Готовиться к рецензированию, понимая суть процесса и обращаясь за помощью к коллегам, редакторам и т. д., с тем чтобы обеспечить соответствие статьи требуемым стандартам.
	Положительно относиться к замечаниям рецензентов и составлять план внесения исправлений или учета предложений по улучшению работы.
Презентация научной информации	Находить возможности рассказывать о научной работе в рамках неформальных или более официальных мероприятий, таких как служебные семинары и конференции.
	Создавать понятные средства наглядности, призванные помочь аудитории просмотреть и понять презентацию, а не отвлекать ее слишком большим количеством текста или нагромождением элементов.
	Практиковаться в проведении устных презентаций для отработки таких аспектов, как четкость и лаконичность материала, темп и продолжительность выступления, и развития способности справляться с вопросами и непредвиденными обстоятельствами.
	Готовить стендовый доклад, обобщающий ключевые этапы научного исследования в понятной и доступной форме.

2.5.5 **Историко-научный контекст развития метеорологии**

В целях содействию непрерывному обучению метеоролога на протяжении всей его карьеры и обеспечения увязки метеорологии со смежными науками рекомендуется включить в программу обучения перечисленные ниже темы:

- история достижений в областях науки, технологий и предоставления обслуживания, которые оказали существенное влияние на развитие метеорологии и ее применений;
- современные вызовы в области метеорологии и появляющиеся научно-технические инновации, которые могут повлиять на то, как должны развиваться научные исследования или оперативная деятельность;
- разработки в смежных областях, которые могут открыть возможности для принятия междисциплинарных усилий по решению задач на благо общества.

⁹ Более подробно специфика научной коммуникации раскрывается, например, в работе Schultz (2009).

2.6 Выборочные специализации

Как указано в разделе 1.6 («Структура БИП-М и БИП-МТ»), базовые знания и умения, на основе которых метеорологи могут развивать навыки и компетенции, необходимые для выборочных специализаций, взяты из результатов обучения, рассмотренных ранее в части 2, и из систем компетенций для каждой специализации. Многие из этих компетенций описаны в *Compendium of WMO Competency Frameworks* (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209).

Лицам, желающим работать в таких областях, как прогнозирование погоды, метеорологическое вещание и метеорологическое образование, необходимо получить дополнительное образование и пройти профессиональную подготовку для удовлетворения специализированных требований к профессиональным компетенциям для работы в этих областях. Кроме того, предполагается, что уже работающие сотрудники будут продолжать совершенствовать свои знания и навыки, занимаясь повышением квалификации на протяжении всей своей карьеры.

3. ПАКЕТ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ТЕХНИКОВ-МЕТЕОРОЛОГОВ

В этой части документа представлены руководящие указания относительно достижения содержащихся в *Техническом регламенте* (ВМО-№ 49) результатов обучения на базе БИП-МТ. Вначале дается общее представление о целях БИП-МТ, а затем описываются результаты обучения по базовым тематическим разделам. Далее в части 3 изложены результаты обучения по обязательным темам из области общей метеорологии и базовым знаниям и умениям, которые техники-метеорологи могут использовать для развития навыков и компетенций, необходимых для выборочных специализаций.

Общая цель БИП-МТ состоит в том, чтобы снабдить слушателей основными знаниями об атмосферных явлениях и процессах, а также навыками, связанными с применением таких знаний.

В целях удовлетворения требований БИП-МТ слушатели должны достичь результатов обучения, охватывающих:

- основы географии и океанографии, основы гидрологии, основы физической и динамической метеорологии, основы синоптической и мезомасштабной метеорологии, глобальную и локальную климатологию, формирование облаков, общение (устное и письменное), навыки работы с ИТ (базовые знания компьютера и использование метеорологической информации), метеорологические параметры и контроль качества климатических данных, метеорологические приборы и методы наблюдений;
- применение базовых знаний для наблюдения за атмосферой, ее мониторинга и толкования широко используемых метеорологических диаграмм и продукции;
- освоение по крайней мере одной темы по выборочной специализации.

Удовлетворение требований БИП-М направлено на приобретение слушателями знаний, навыков и уверенности в себе для повышения своей квалификации и выбора дальнейшей специализации.

Лицам, которые пожелают работать в таких областях, как метеорологические наблюдения, мониторинг климата, управление сетью, предоставление метеорологической информации и продукции пользователям, необходимо будет продолжить образование и профессиональную подготовку, с тем чтобы приобрести специализированные профессиональные компетенции в этих областях. Кроме того, предполагается, что уже работающие сотрудники продолжают совершенствовать свои знания и навыки, занимаясь повышением квалификации на протяжении всей своей карьеры.

3.1 Особенности прочтения

Текст текущей главы, который дается во вставках серого цвета, как в этом случае, представляет собой фрагменты для включения в следующее издание *Технического регламента* (ВМО-№ 49), том I, часть VI, и будет иметь нормативный статус стандартных практик и процедур.

Далее в части 3 представлены описательная часть и предлагаемые результаты обучения. Последние призваны служить для Членов ВМО руководящими указаниями по осуществлению БИП-МТ, однако они не имеют нормативного статуса.

3.2 Всеобъемлющие результаты обучения

В этом разделе описаны основные качества и навыки, которыми обладают профессиональные техники-метеорологи, независимо от того, какие функции они будут

выполнять в дальнейшем. Эти всеобъемлющие результаты обучения также призваны обобщить общую философию БИП-МТ, раскрывая то, как техники-метеорологи мыслят и как они используют имеющиеся у них данные и инструменты в своей профессиональной работе.

Изложенные здесь результаты не предназначены для описания какой-либо конкретной функции и не допускают каких-либо предположений относительно контекста, в котором человек может работать. Им не обязательно находиться в прямой связи с модулями или единицами обучения. Скорее, они должны формировать канву программы обучения в целом и служить инструментом ее оценки в целях обеспечения контроля за тем, чтобы отдельные единицы обучения способствовали достижению более широкой цели программы — закладке основ профессионального мышления и практики в области метеорологии и установлению связей между теорией, реальным состоянием атмосферы и предоставлением научного и профессионального обслуживания на благо общества.

Техники-метеорологи должны уметь:

- применять базовые знания в области метеорологии, географии и смежных наук для наблюдения и мониторинга атмосферы;
- интерпретировать имеющиеся источники данных наблюдений и обычно используемые метеорологические диаграммы и продукцию для целостного описания состояния атмосферы в рассматриваемых пространственных и временных масштабах;
- выявлять, анализировать и решать вопросы, связанные с установкой и обслуживанием метеорологических приборов в их зоне ответственности;
- взаимодействовать с коллегами, потребителями и другими заинтересованными сторонами, используя различные средства массовой информации, по делу, ясно и четко;
- определять чувствительность общества к погодным и климатическим явлениям с привлечением, при необходимости, других дисциплин для обеспечения того, чтобы воздействия погоды и климата на человека и общество занимали центральное место в их работе;
- оценивать результаты своей работы с точки зрения их соответствия надлежащим стандартам, при необходимости принимать корректирующие меры и вносить вклад в развитие рабочих систем и процессов;
- размышлять о своем обучении и практике работы, критически оценивать свою эффективность и использовать ряд подходов для постоянного развития своих профессиональных знаний и умений.

Эти результаты обучения следует достигать путем изучения и оценки усвоения описанных далее в этой части тем, относящихся к наукам об атмосфере, которые при необходимости можно дополнить результатами профессионального обучения и другими результатами, необходимыми для удовлетворения национальных потребностей, и сопроводить рекомендациями по изучению основополагающих тем, также содержащимися в этой части руководства.

3.3 Минимально необходимые знания по математике и физике

Предполагается, что базовые знания можно получить одним из нижеперечисленных способов или их сочетанием, а именно:

- освоение программы обучения по основополагающим или минимально необходимым темам в школе или училище до поступления в учебное заведение для изучения наук об атмосфере;
- освоение вводной программы обучения по основополагающим или минимально необходимым предметам в том же учебном заведении, в котором планируется изучать разделы общей метеорологии;

- сочетание приобретения базовых знаний, связанных с основополагающими или минимально необходимыми темами, с изучением обязательных тем, относящихся к общей метеорологии.

Руководящие указания, приведенные в таблице 3.1 и таблице 3.2, должны помочь в определении методических результатов обучения в рамках учебных модулей. Они призваны продемонстрировать диапазон и тип знаний, необходимых для удовлетворения предварительных требований и, соответственно, получения возможности изучать метеорологию, не претендуя на то, чтобы быть исчерпывающими или ограничивающими.

Техники-метеорологи должны уметь:

демонстрировать знания по математике и физике, необходимые для успешного прохождения обучения по разделам БИП-МТ, касающимся метеорологии.

Таблица 3.1. Предлагаемые методические результаты обучения, направленные на удовлетворение предварительных требований к знаниям в области математики

Математика	
Тригонометрия	Определять синус, косинус и тангенс, описывать их соотношение с их обратными функциями и выполнять действия с основными тригонометрическими уравнениями.
Логарифмы и экспоненты	Выполнять действия с логарифмами и экспонентами.
Векторы	Складывать и вычитать векторы, умножать вектор на скаляр.
Алгебра	Выполнять действия с полиномиальными уравнениями и решать основные алгебраические уравнения, включая квадратные уравнения.
Геометрия	Рассчитывать площадь прямоугольных и равнобедренных треугольников, длину окружности и площадь круга, площадь и объем прямоугольных форм, цилиндров и сфер; описывать соотношение между радианами и градусами.
Координатная геометрия	Интерпретировать угловой коэффициент и точку пересечения с осью у 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 интерпретировать результаты; использовать различные меры центральной тенденции (среднее значение, медиана и мода) и вариации (размах, межквартильный размах и среднее квадратическое отклонение); объяснять понятия выборки, линейной регрессии по методу наименьших квадратов, корреляции, нормального распределения, процентилей и проверки гипотезы.

Таблица 3.2. Предлагаемые методические результаты обучения, направленные на удовлетворение требований к минимально необходимым знаниям в области физики

Физика	
Кинематика	Решать задачи с использованием уравнений, описывающих соотношения между расстоянием, скоростью, ускорением и временем для равноускоренного движения по прямой линии.
Динамика	Решать основные задачи для системы, находящейся в состоянии равновесия, используя второй закон Ньютона и принцип сохранения количества движения.
Работа, энергия и мощность	Объяснять понятия работы, кинетической энергии, потенциальной энергии, внутренней энергии и решать задачи, используя принцип сохранения энергии и соотношение между мощностью, работой и силой.

Движение по окружности	Объяснять понятие центростремительного ускорения и описывать круговые орбиты, соотнося гравитационную силу с центростремительным ускорением.
Фазы вещества	Описывать физические различия между твердыми веществами, жидкостями и газами; объяснять понятие скрытого тепла, связанного с фазовым переходом; описывать процессы, связанные с фазовыми переходами, уделяя основное внимание конденсации и испарению.
Температура и тепло	Объяснять понятия температуры и тепла; описывать, как физические свойства вещества, которое меняется по мере изменения температуры, могут быть использованы для измерения последней; объяснять, как происходит перенос тепла теплопроводностью, конвекцией и излучением.
Термодинамика и кинетическая теория газов	Решать задачи, используя уравнение состояния идеального газа; давать качественное описание первого закона термодинамики; объяснять, что подразумевается под адиабатическим процессом, уделяя основное внимание адиабатическому расширению газа; описывать понятия, лежащие в основе кинетической теории газов.
Колебания и волны	Описывать свойства колебаний и волн и объяснять простые гармонические колебания; решать задачи, используя соотношение между скоростью, частотой и длиной волны; объяснять разницу между продольными и поперечными волнами и понятия 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; описывать смысл закона Стефана — Больцмана и закона Вина.
Электричество и электромагнитная индукция	Описывать физическую основу силы тока, напряжения, сопротивления и способы их измерения; решать задачи неисправностей в цепи (включая цепи с двумя или несколькими источниками сопротивления), используя закон Ома и законы Кирхгофа; описывать процесс электромагнитной индукции.

3.4 Обязательные темы

Этот раздел содержит результаты обучения по темам, которые являются обязательными для БИП-МТ. Результаты охватывают основные аспекты метеорологии и смежных наук.

3.4.1 Основы географии, океанографии и гидрологии

Техники-метеорологи должны уметь:

описывать основные географические, океанографические и гидрологические характеристики в своем регионе ответственности.

Сведения в таблице 3.3 должны помочь определить методические результаты обучения для удовлетворения основных требований к знаниям в области географии, океанографии и гидрологии. Они призваны показать диапазон и тип необходимых знаний, не претендуя на то, чтобы быть исчерпывающими или ограничивающими.

Таблица 3.3. Методические результаты, направленные на удовлетворение требований к знанию основ географии, океанографии и гидрологии

Основы географии, океанографии и гидрологии	
Основы географии и океанографии	Описывать топографические особенности и расположение станций в регионе ответственности.
	Описывать местный рельеф.
	Описывать общую циркуляцию и термическую структуру океанов.
	Объяснять, как производятся измерения температуры, солёности и состояния моря.
Основы гидрологии	Описывать гидрологический цикл, указывая на ключевые факторы, определяющие сток, ресурсы подземных и поверхностных вод и водный баланс.
	Описывать, как производятся гидрологические измерения (атмосферных осадков, испарения, влажности почвы, речного стока, подземных вод и др.).

3.4.2 **Основы физической и динамической метеорологии**

Техники-метеорологи должны уметь:

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

Руководящие указания, приведенные в таблице 3.4, должны помочь в определении методических результатов обучения в рамках учебных модулей. Они призваны показать диапазон и тип знаний, необходимых для достижения результатов обучения основам физической и динамической метеорологии, не претендуя на то, чтобы быть исчерпывающими или ограничивающими.

Таблица 3.4. Методические результаты для выполнения требований к знанию основ физической и динамической метеорологии

Основы физической и динамической метеорологии	
Состав и структура атмосферы	Описывать состав атмосферы и объяснять ее вертикальную структуру.
Излучение	Объяснять суточные, широтные и сезонные колебания в излучении, достигающем поверхности Земли; описывать различия между коротковолновым (солнечным) и длинноволновым (земным) излучением; описывать процессы, влияющие на коротковолновое и длинноволновое излучение (т. е. отражение, рассеяние и поглощение излучения); описывать в общих чертах тепловой баланс атмосферы Земли; объяснять парниковый эффект и влияние озона на ультрафиолетовое излучение; описывать тепловой баланс на поверхности Земли и то, как он меняется в зависимости от широты.
Атмосферное давление	Объяснять, почему давление изменяется с высотой, какое влияние температура и влажность оказывают на колебание давления с высотой; объяснять, почему давление часто приводят к среднему уровню моря.
Температура воздуха в атмосфере	Описывать нагревающее и охлаждающее влияние конвекции, адвекции, турбулентности и испарения/конденсации; объяснять влияние водяного пара, облачности и ветра на приземную температуру воздуха; объяснять суточные колебания приземной температуры воздуха; описывать основные факторы, влияющие на глобальное распределение приземной температуры воздуха.

Атмосферная влажность	Объяснять, почему влажность важна; определять давление пара, давление насыщенного пара, температуру по смоченному термометру, точку росы и относительную влажность; описывать факторы, влияющие на скорость испарения.
Устойчивость атмосферы	Описывать причины изменений в устойчивости атмосферы; объяснять понятия сухоадиабатического градиента температуры, влажно-адиабатического градиента температуры и среднего вертикального градиента температуры; описывать различные виды устойчивости (например, абсолютную, условную и нейтральную); объяснять роль инверсий температуры и то, как развиваются устойчивость и неустойчивость.
Ветер	Объяснять, почему возникают ветры; описывать силу барического градиента и силу Кориолиса, объяснять понятия, связанные с геострофическими и градиентными ветрами; описывать влияние трения на ветер и объяснять причины возникновения обычных местных ветров, связанных с топографией (например, морских/береговых бризов, фёнов, кататических/анабатических ветров).
Роса, иней и туман	Описывать факторы, влияющие на видимость; объяснять образование росы и инея и причины возникновения тумана, уделяя особое внимание радиационному и адвективному туману.
Атмосферные оптические и электрические явления	Объяснять возникновение радуг, гало, синего неба и молний.

3.4.3 Основы синоптической и мезомасштабной метеорологии

Техники-метеорологи должны уметь:

- описывать формирование, эволюцию и характеристики погодных систем синоптического и мезомасштаба в тропиках, средних широтах и полярных регионах; анализировать данные наблюдений за погодой.
- описывать процесс прогнозирования и применение соответствующих видов продукции и обслуживания.

Представленные ниже руководящие указания должны помочь в определении методических результатов обучения в рамках учебных модулей. Они призваны показать диапазон и тип знаний, необходимых для достижения результатов обучения основам синоптической и мезомасштабной метеорологии, не претендуя на то, чтобы быть исчерпывающими или ограничивающими.

Таблица 3.5. Методические результаты для выполнения требований к знанию основ синоптической и мезомасштабной метеорологии

Основы синоптической и мезомасштабной метеорологии	
Погода в определенном месте	Объяснять, каким образом погода, наблюдаемая в каком-либо определенном 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 в средних широтах и полярных регионах	Описывать характеристики депрессий, антициклонов, ложбин и гребней и связанную с ними погоду, уделяя особое внимание воздействиям на регион ответственности; описывать характеристики теплых, холодных фронтов и фронта окклюзии и погоду, связанную с их прохождением; описывать взаимосвязь между струйными течениями и погодными системами.

Крупномасштабные тропические возмущения	Описывать крупномасштабные тропические возмущения и связанную с ними погоду, включая внутритропическую зону конвергенции, тропические депрессии, муссоны и Эль-Ниньо/Южное колебание.
Мезомасштабные системы	Описывать формирование и характеристики важных мезомасштабных элементов, затрагивающих регион ответственности.
Опасные метеорологические явления	Описывать формирование и характеристики опасных погодных систем (например, гроз и тропических циклонов), затрагивающих регион ответственности, степень, в которой они могут быть спрогнозированы, и их влияние на общество.
Диаграммы приземного давления	Определять основные синоптические характеристики на диаграммах приземного давления и соответствующих спутниковых и радиолокационных изображениях и описывать типичную погоду, связанную с этими характеристиками.
Диаграммы верхних слоев атмосферы	Описывать различные виды диаграмм верхних слоев атмосферы, включая карты высот стандартных изобарических поверхностей; определять основные синоптические характеристики на диаграмме и соответствующих спутниковых и радиолокационных изображениях; описать типичную погоду, связанную с этими характеристиками.
Аэрологические диаграммы	Описывать физические понятия, которые формируют основу аэрологических диаграмм, и выполнять основные операции на диаграмме.
Системы отображения и картирования данных	Обсуждать общие системы, используемые в метеорологических службах для отображения и картографирования данных, а также преимущества и недостатки этих систем и готовить продукцию и обслуживание для пользователей.
Процесс выработки прогнозов	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 метеорологических условиях), основанные на информации о текущей и прогнозируемой погоде, которые предоставляются населению и другим пользователям.
Функция НМГС	Описывать функцию НМГС в области мониторинга и прогнозирования погоды и роль других поставщиков обслуживания.

3.4.4 Глобальная и локальная климатология

Техники-метеорологи должны уметь:

- описывать глобальную циркуляцию атмосферы, состояния климата в регионе ответственности и ключевые виды климатической продукции и обслуживания;
- объяснять основные понятия, лежащие в основе изменчивости и изменения климата.

Руководящие указания, приведенные в таблице 3.6, должны помочь в определении методических результатов обучения в рамках учебных модулей. Они призваны показать диапазон и тип знаний, необходимых для достижения результатов обучения в области глобальной и локальной климатологии, не претендуя на то, чтобы быть исчерпывающими или ограничивающими.

Таблица 3.6. Методические результаты для выполнения требований к знанию глобальной и локальной климатологии

Глобальная и локальная климатология	
Особенности глобальной циркуляции	Объяснять основные особенности глобальной циркуляции атмосферы и океанов и их изменчивость во времени (суточную, сезонную, годовую).

Региональный и местный климат	Объяснять факторы, определяющие региональный и местный климат.
Классификация и описание климата	Описывать методы классификации климата, в том числе метод Кеппена.
Местный климат	Описывать климатологию и сезонные изменения в регионе ответственности, а также климатический тренд в этом регионе.
Изменчивость климата и изменение климата	Указывать разницу между изменчивостью климата и изменением климата; описывать основные понятия, лежащие в основе парникового эффекта; описывать влияние изменения климата, вызванного деятельностью человека, и его научную основу; описывать основы для климатических прогнозов.
Сезонные прогнозы	Описывать в общих чертах процесс и научную основу для подготовки сезонных прогнозов.
Климатические данные	Описывать, как в регионе ответственности получают, собирают климатические данные и проверяют их качество.
Климатическая статистика	Описывать, как анализируются климатические данные с точки зрения их распределения (например, частоты и кумулятивной частоты), центральной тенденции и вариации.
Ключевые виды продукции и обслуживания	Описывать ключевые, основанные на климатической информации виды продукции и обслуживания, предоставляемые населению и другим пользователям.

3.4.5 **Образование облаков**

Техники-метеорологи должны уметь:

описывать процесс образования и характеристики основных видов облаков и осадков.

Руководящие указания, приведенные в таблице 3.7, должны помочь в определении методических результатов обучения в рамках учебных модулей. Они призваны показать диапазон и тип знаний, необходимых для достижения результатов обучения в области образования облаков, не претендуя на то, чтобы быть исчерпывающими или ограничивающими.

Таблица 3.7. Методические результаты для выполнения требований к знанию механизмов образования облаков

Образование облаков	
Определение облачности	Описывать основные типы и виды облаков; описывать их характеристики; описывать их обычный диапазон высот; описывать связанные с ними погодные явления.
Гидрометеоры	Описывать различные гидрометеоры и то, каким образом за ними ведется наблюдение.
Образование облаков	Объяснять, почему восходящее движение приводит к образованию облаков; описывать основные механизмы образования облаков; описывать различные типы облаков; описывать географические местоположения, в которых образование облаков наиболее вероятно.
Осадки и грозы	Описывать процессы, вызывающие атмосферные осадки, и процессы, ведущие к возникновению гроз, и их жизненный цикл.

3.4.6 **Метеорологические параметры, приборы и методы наблюдений**

Техники-метеорологи должны уметь:

- описывать, как измеряются метеорологические явления с помощью приборов наземного, воздушного и космического базирования;
- проводить основные метеорологические наблюдения на основе оценки и интерпретации данных приборов наземного, воздушного и космического базирования.

Руководящие указания, приведенные в таблице 3.8, должны помочь в определении методических результатов обучения в рамках учебных модулей. Они призваны показать диапазон и тип знаний, необходимых для достижения результатов обучения в области метеорологических параметров, приборов и методов наблюдений, не претендуя на то, чтобы быть исчерпывающими или ограничивающими.

Таблица 3.8. Методические результаты обучения для выполнения требований к знанию метеорологических параметров, приборов и методов наблюдений

Метеорологические параметры, приборы и методы наблюдений	
Погодные явления	Описывать различные погодные явления, наблюдающиеся при выполнении визуальных приземных наблюдений; указывать их характеристики и объяснять их возникновение.
Мониторинг погоды и наблюдение за ней	Осуществлять мониторинг погоды; выполнять приземные наблюдения, используя приборы с непосредственным и дистанционным считыванием показаний, а также визуальные оценки (включая определение типов облаков, количества облаков и типа погоды) и объяснять причины проведения таких оценок.
Температура	Обсуждать различные методы измерения температуры и то, как они связаны с использованием приборов/датчиков и их ограничениями.
Влажность	Обсуждать различные методы измерения влажности и то, как они связаны с использованием приборов/датчиков и их ограничениями.
Направление и скорость ветра	Обсуждать различные методы измерения направления и скорости ветра и то, как они связаны с использованием приборов/датчиков и их ограничениями.
Дождевые осадки	Обсуждать различные методы измерения дождевых осадков и то, как они связаны с использованием приборов/датчиков и их ограничениями.
Прямое и рассеянное излучения	Обсуждать различные методы измерения прямого и рассеянного излучения и то, как они связаны с использованием приборов/датчиков и их ограничениями.
Давление	Обсуждать различные методы измерения давления и то, как они связаны с использованием приборов/датчиков и их ограничениями.
Регистрация солнечного сияния	Обсуждать различные методы измерения солнечного сияния и то, как они связаны с использованием приборов/датчиков и их ограничениями.
Испарение	Обсуждать различные методы измерения испарения и то, как они связаны с использованием приборов/датчиков и их ограничениями.

3.4.7 **Основы контроля качества климатических данных**

Техники-метеорологи должны уметь:

описывать и применять процедуры контроля качества климатических данных.

Руководящие указания, приведенные в таблице 3.9, должны помочь в определении методических результатов обучения в рамках учебных модулей. Они призваны

показать диапазон и тип знаний, необходимых для достижения результатов обучения в области контроля качества климатических данных, не претендуя на то, чтобы быть исчерпывающими или ограничивающими.

Таблица 3.9. Методические результаты для выполнения требований к знанию основ контроля качества климатических данных

Контроль качества климатических данных	
Наборы климатических данных	Осуществлять процедуры по сохранению и спасению климатических данных; оценивать местоположение и характеристики пунктов наблюдений на предмет соответствия требованиям к опорной сети наблюдений за климатом; собирать и хранить климатические данные и метаданные в реляционных базах данных; применять процессы контроля качества к климатическим данным и полученным временным рядам; оценивать однородность климатических данных и корректировать неоднородные временные ряды; создавать, архивировать и документировать наборы климатических данных; применять пространственную и временную интерполяцию для обеспечения непрерывности данных.
Качество климатической информации и обслуживания	Определять и применять процедуры менеджмента качества в отношении климатического обслуживания; осуществлять мониторинг функций, предусмотренных в рамках климатического обслуживания, включая валидацию данных, продукции и обслуживания; оценивать связанные с климатическим обслуживанием последствия и выгоды для пользователей путем обобщения их комментариев, предложений и жалоб.
Передача климатической информации пользователям	Налаживать эффективные каналы взаимодействия с пользователями климатического обслуживания и обеспечивать возможности для информационно-разъяснительной работы, такие как региональные форумы по ориентировочным прогнозам климата, которые отвечают требованиям в отношении сопряжения с Глобальной рамочной основой для климатического обслуживания (ГРОКО) и интеграции в рамках Информационной системы ВМО (ИСВ).
Контроль качества климатических данных	Отслеживать данные всех наблюдений на предмет ошибок и несоответствий, исправлять ошибки или пометать данные в соответствии с предусмотренными процедурами и предпринимать последующие действия; регистрировать исправления, пометки и последующие действия в хранилище метаданных; проверять формат и содержание сообщений о наблюдениях перед их выпуском и при необходимости вносить исправления; обеспечивать успешную отправку и прием данных всех наблюдений.

3.5 Результаты обучения в области профессионального развития

В этом разделе содержатся результаты обучения, которые помогут техника-метеорологам достичь ряда всеобъемлющих результатов обучения и тем самым развить фундаментальные профессиональные навыки, которые понадобятся им в начале карьеры. Перечень связанных с этими навыками результатов, приведенных в таблицах 3.10 и 3.11, не является исчерпывающим; учреждения будут руководствоваться национальными и региональными потребностями в людских ресурсах.

Таблица 3.10. Информация о результатах обучения, которые было бы полезно достичь техникам-метеорологам различных категорий

Навыки общения и работы в коллективе	
Письменное общение	Использовать программное обеспечение для обработки текстов, с тем чтобы создавать хорошо написанный текст; использовать программное обеспечение для подготовки презентаций, обеспечивающее качественное представление информации или графиков; готовить краткие, точные, понятные письменные сообщения в установленные сроки для различных потребителей или клиентов.
	Сообщать метеорологическую информацию в формате обсуждений политики прогнозирования и брифингов, ориентированных на воздействия, с использованием воронки прогнозов; определять основные факторы чувствительности пользователей к погоде и климату и проводить специальные брифинги, посвященные вопросам воздействий, неопределенности, достоверности и поддержки при принятии решений.
	Готовить и проводить интервью для средств массовой информации и информационно-просветительские мероприятия с использованием простых для понимания выражений, передающих ключевые идеи; взаимодействовать с пользователями и коллегами, используя правильный тон и язык тела, а также проявляя заинтересованность.
Устные выступления	Проводить в рамках отведенного времени устные выступления, содержание и стиль которых позволяют в точной и понятной манере доводить информацию до сведения конкретной аудитории; использовать различные стили и техники общения.
Работа в коллективе	Делиться знаниями и конструктивно работать с другими участниками коллектива.

Таблица 3.11. Результаты обучения в области использования информационных технологий

Информационные технологии	
Базовые знания компьютера	Использовать программное обеспечение для обработки текстов, с тем чтобы редактировать и форматировать письменные документы; использовать программное обеспечение для подготовки презентаций, с тем чтобы редактировать и форматировать средства наглядности или графики.
Материал для публикации	Создавать, публиковать и обновлять типовую веб-страницу; понимать принципы работы веб-страницы (таблицы и изображения) с опорой на знания языков CSS и HTML.
Поиск и получение информации	Находить метеорологическую информацию, используя библиотеки, базы данных и механизмы поиска в Интернете; создавать материал для публикации.
Варианты использования метеорологической информации	Описывать, как используется метеорологическая информация, например, специалистами по управлению воздушным движением и его контролю, членами летных экипажей и менеджерами по управлению рисками стихийных бедствий.

3.6 Выборочные специализации

Руководящие указания, приведенные в таблице 3.12, должны помочь определить методические результаты обучения и критерии эффективности в рамках учебных модулей и учебных курсов, основанных на БИП-МТ. Они призваны показать диапазон и тип знаний и навыков, необходимых для каждой выборочной специализации, не претендуя на то, чтобы быть исчерпывающими или ограничивающими.

Таблица 3.12. Результаты обучения и критерии эффективности для техников-метеорологов общей категории

Техник-метеоролог общей категории	
Мониторинг метеорологической обстановки	См. систему компетенций персонала, выполняющего метеорологические наблюдения, в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 1 «Проведение мониторинга метеорологической ситуации».
Кодирование (Наставление по кодам (ВМО-№ 306))	Описывать, как кодируются данные наблюдений.
	Описывать, как передаются данные наблюдений.
	Описывать различия между разными типами сообщений (SYNOP, SHIP, CLIMAT, METAR и т. д.).
Определение облаков	Определять различные типы облаков в соответствии с их характеристиками и высотой.
	Определять различные типы облаков и связанные с ними погодные явления (см. <i>Международный атлас облаков — Наставление по наблюдению облаков и других метеоров</i> (ВМО-№ 407)).
Приземные наблюдения	См. систему компетенций персонала, выполняющего метеорологические наблюдения, в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 2 «Выполнение приземных наблюдений».
	При необходимости проводить наблюдения за другими параметрами, такими как солнечная радиация, испарение, температура почвы, состояние грунта, влажность почвы, состояние моря, состав атмосферы, сдвиг ветра, увлажненность листа и фенологическое состояние растений.
Качество информации по результатам наблюдений	См. систему компетенций персонала, выполняющего метеорологические наблюдения, в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 6 «Обеспечение качества информации по результатам наблюдений».
	Перечислять требования в отношении сопряжения с ГРОКО и интеграции в рамках ИСВ.
Функционирование приборов и систем	См. систему компетенций персонала, выполняющего метеорологические наблюдения, в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 5 «Проведение мониторинга функционирования приборов и систем».
	Отслеживать работоспособность автоматических систем наблюдений за погодой и знакомить персонал с мерами, которые необходимо принимать в случае отказа компонентов.
Использование технологий дистанционного зондирования (при наличии) при проведении наблюдений	Интерпретировать информацию, получаемую с помощью технологий дистанционного зондирования при проведении наблюдений (например, данные облакомера для определения высоты нижней границы облаков в синоптических наблюдениях и метеорологических сводках по аэродрому).
	Проводить перекрестную проверку данных наблюдений, получаемых с помощью альтернативных методов наблюдений (например, данные дистанционного зондирования в сравнении с данными измерений <i>in situ</i>), для обеспечения согласованности информации (например, сравнивать информацию о видимости, зарегистрированную датчиками видимости, со спутниковыми снимками (туманов, песчаных бурь) и данными наблюдений, выполняемых вручную).
	См. систему компетенций персонала, выполняющего метеорологические наблюдения, в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 4 «Использование технологий дистанционного зондирования при проведении наблюдений».

Аэрологические наблюдения с помощью шаров-зондов	См. систему компетенций персонала, выполняющего метеорологические наблюдения, в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 3 «Выполнение аэрологических наблюдений с помощью шаров-зондов».
Обеспечение безопасности рабочей среды	См. систему компетенций персонала, выполняющего метеорологические наблюдения, в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 7 «Обеспечение безопасности рабочей среды».

Говоря о результатах и критериях, перечисленных в таблице 3.13, следует обращаться к квалификационным стандартам и соответствующим справочным материалам, относящимся к авиационным метеорологам-наблюдателям, в *Compendium of WMO Competency Frameworks* (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209).

Таблица 3.13. Результаты обучения и критерии эффективности для авиационных метеорологов-наблюдателей

Авиационный метеоролог-наблюдатель	
Мониторинг метеорологической обстановки	Описывать, как кодируются и передаются данные наблюдений.
	Описывать различия между разными типами сообщений (METAR и SPECI).
Определение облаков для авиации	Описывать основные типы облаков, их характеристики, обычный диапазон высот и связанные с ними погодные явления.
Качество функционирования систем и метеорологической информации	Перечислять требования в отношении сопряжения с ГРОКО и интеграции в рамках ИСВ.
Использование технологий дистанционного зондирования (при наличии) при проведении наблюдений	Интерпретировать информацию, получаемую с помощью технологий дистанционного зондирования при проведении наблюдений (например, использовать облакомер для определения высоты нижней границы облаков в синоптических наблюдениях и метеорологических сводках по аэродрому).
	Проводить перекрестную проверку данных наблюдений, получаемых с помощью альтернативных методов наблюдения (например, данные дистанционного зондирования в сравнении с данными измерений <i>in situ</i>), для обеспечения согласованности информации (например, сравнивать информацию о видимости, зарегистрированную измерителями видимости, со спутниковыми снимками (туманов, песчаных бурь) и данными наблюдений, выполняемых вручную).
Безопасность рабочей среды	Соблюдать технику безопасности, работая в непосредственной близости от источников риска поражения электрическим током.
	Выполнять все задачи по проведению наблюдений с соблюдением техники безопасности, сводя к минимуму подверженность воздействию опасных условий окружающей среды (суровой погоды, молний, наводнений, ураганов, пожаров и т. д.).
	Вести реестр источников опасности и осуществлять управление ими.

Говоря о результатах и критериях, перечисленных в таблице 3.14—3.17, следует обращаться к квалификационным стандартам и соответствующим справочным материалам, относящимся к приборному оснащению, калибровке, метеорологическим наблюдениям, управлению программой и сетью наблюдений, в *Compendium of WMO Competency Frameworks* (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209).

**Таблица 3.14. Результаты обучения и критерии эффективности для техников по
метеорологическим приборам**

Техник по метеорологическим приборам	
Интегрированная глобальная система наблюдений ВМО	Описывать основные компоненты Интегрированной глобальной системы наблюдений ВМО и ИСВ (включая Глобальную систему телесвязи), которые используются для проведения метеорологических и других наблюдений за окружающей средой в глобальном масштабе с применением наземных и космических систем и передачи результатов этих наблюдений.
Размещение приборов	Описывать факторы, которые необходимо принимать во внимание при размещении приборов для приземных наблюдений.
Приборы для приземных наблюдений	Объяснять физические принципы, используемые в приборах для проведения приземных измерений температуры, влажности, давления, атмосферных осадков, ветра, высоты облаков, видимости, солнечного сияния и излучения (в том числе в приборах, используемых на автоматических метеорологических станциях); описывать, как работают эти приборы и какие при этом могут возникать ошибки.
Приборы, используемые на автоматических метеорологических станциях, и основы электроники	Определять приборы, используемые на автоматических метеорологических станциях.
	Определять отдельные компоненты приборов, используемых на автоматических метеорологических станциях.
Установка приборов и систем связи	См. систему компетенций персонала, устанавливающего и обслуживающего приборы, в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 1 «Установка приборов и систем связи».
Обеспечение функционирования приборов и систем	См. систему компетенций персонала, устанавливающего и обслуживающего приборы, в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 2 «Обеспечение функционирования приборов и систем».
Диагностика отказов	См. систему компетенций персонала, устанавливающего и обслуживающего приборы, в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 3 «Диагностика отказов».
Мониторинг функционирования приборов и систем	См. систему компетенций персонала, выполняющего метеорологические наблюдения, в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 5 «Мониторинг функционирования приборов и систем».
Ремонт отказавших приборов и систем	См. систему компетенций персонала, устанавливающего и обслуживающего приборы, в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 4 «Ремонт отказавших приборов и систем».
Обслуживание сети обнаружения молний и радиолокаторов (оба варианта по выбору)	Обеспечивать функционирование приборов и систем.
	Диагностировать отказы.
	Обеспечивать безопасность рабочей среды.
Безопасность	См. систему компетенций персонала, устанавливающего и обслуживающего приборы, в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 5 «Обеспечение безопасности рабочей среды».

Таблица 3.15. Результаты обучения и критерии эффективности для техников по приборам контроля качества воздуха

Техник по приборам контроля качества воздуха	
Теория качества воздуха	Описывать типы загрязнения воздуха, их характеристики и влияние на изменение климата.
	Описывать компоненты станций мониторинга качества воздуха.
	Обслуживать станцию мониторинга качества воздуха.
	Описывать принцип измерения содержания окиси азота (NO), окиси углерода (CO), озона (O ₃) и прометия (Pm) и основные требования к обслуживанию.
	Описывать технологии регистрации показаний.
Характеристики приборов	Подготавливать стандарты, которые будут использоваться для проверки характеристик приборов.
	Обращаться со стандартами и изделиями надлежащим образом.
	Сравнивать приборы со стандартами и оценивать их функциональные возможности.
	Регистрировать и анализировать ошибки измерений.
	Готовить отчеты о качестве работы приборов по мере необходимости.
Установка приборов и систем связи	Собирать и проверять приборы перед транспортировкой на место установки.
	Осуществлять транспортировку приборов к месту установки.
	Устанавливать приборы и системы связи (в том числе проводить несложную подготовку площадки).
	Обучать занимающийся наблюдениями и инженерно-техническим обеспечением персонал эксплуатировать и обслуживать приборы (в том числе предоставлять сведения о стандартных оперативных процедурах, стандартные инструкции по эксплуатации, руководства по системам, электрические схемы и т. д.).
	Тщательно проверять качество работы приборов и систем связи на месте установки до начала эксплуатации.
	Проводить классификацию площадки с точки зрения какой-либо соответствующей переменной, готовить метаданные, касающиеся приборов и переменных, и отправлять их в Интегрированную глобальную систему наблюдений ВМО с помощью Инструмента анализа и обзора возможностей систем наблюдений.
	Переводить прибор(ы) в рабочий режим.
Обеспечение функционирования приборов и систем	См. систему компетенций персонала, устанавливающего и обслуживающего приборы, в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 2 «Обеспечение функционирования приборов и систем».
Диагностика отказов	См. систему компетенций персонала, устанавливающего и обслуживающего приборы, в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 3 «Диагностика отказов».
Мониторинг функционирования приборов и систем	См. систему компетенций персонала, выполняющего метеорологические наблюдения, в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 5 «Мониторинг функционирования приборов и систем».
Безопасность	См. систему компетенций персонала, устанавливающего и обслуживающего приборы, в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 5 «Обеспечение безопасности рабочей среды».

Таблица 3.16. Результаты обучения и критерии эффективности для морских метеорологов-наблюдателей

Морской метеоролог-наблюдатель	
Мониторинг морской метеорологической обстановки	Оценивать развивающуюся местную метеорологическую обстановку.
	Объяснять возможное влияние развивающейся метеорологической обстановки на последующие наблюдения.
	Определять метеорологические проявления, которые могут приводить к возникновению особых явлений погоды.
Кодирование данных морских наблюдений (Наставление по кодам (ВМО-№ 306))	Описывать, как кодируются и передаются данные наблюдений; описывать формат SHIP, состояние моря (зыбь и ветровые волны), морской лед и обледенение судов.
Определение облаков для морских наблюдений	Определять различные типы облаков в соответствии с их характеристиками и высотой.
	Соотносить типы облаков с соответствующими погодными явлениями.
Наблюдения у поверхности	Наблюдать и точно регистрировать атмосферное давление, температуру, влажность, ветер, облачность, текущую и наблюдавшуюся ранее погоду, видимость, состояние моря, высоту и периоды зыби.
	Кодировать и передавать данные наблюдений у поверхности с использованием предусмотренных кодов и методов.
Качество информации по результатам наблюдений	Отслеживать данные всех наблюдений на предмет ошибок и несоответствий, исправлять ошибки или пометать данные в соответствии с предусмотренными процедурами и предпринимать последующие действия.
	Регистрировать исправления, пометки и последующие действия в хранилище метаданных.
	Проверять формат и содержание сообщений о наблюдениях перед их выпуском и при необходимости вносить исправления.
	Обеспечивать успешную отправку и прием данных всех наблюдений.
Мониторинг функционирования приборов и систем	Регулярно проверять метеорологические приборы (например, дождемеры и смоченные термометры), автоматизированные системы наблюдений (например, автоматические метеорологические станции и метеорологические радиолокаторы на предмет отказов), системы связи и резервные системы (например, электропитание).
	Выполнять плановые работы по техническому обслуживанию в соответствии с предписаниями (например, менять смачиваемый фитиль термометра).
	Проводить первичную диагностику отказов и сообщать о них техническому персоналу.
	Действовать в соответствии с указаниями работающего удаленно технического персонала.
	Регистрировать внеплановые работы и отклонения в журнале технического обслуживания или хранилище метаданных.
Аэрологические наблюдения с помощью шаров-зондов	См. систему компетенций персонала, выполняющего метеорологические наблюдения, в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 3 «Выполнение аэрологических наблюдений с помощью шаров-зондов».
Безопасность	См. систему компетенций персонала, выполняющего метеорологические наблюдения, в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 7 «Обеспечение безопасности рабочей среды».

Таблица 3.17. Результаты обучения и критерии эффективности для специалистов по контролю качества климатических данных

Специалист по контролю качества климатических данных	
Контроль качества климатических данных	См. систему компетенций для предоставления климатического обслуживания в <i>Compendium of WMO Competency Frameworks</i> (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), компетенция 4 «Обеспечение качества климатической информации и обслуживания».

С руководящими указаниями в отношении оставшихся функций техников-метеорологов можно ознакомиться в перечисленных ниже публикациях ВМО.

Техник-гидрометеоролог

См. *Руководящие принципы образования и подготовки кадров в области метеорологии и оперативной гидрологии* (ВМО-№ 258), том II «Гидрология», четвертое издание.

Техник-агрометеоролог

См. *Guide to Agricultural Meteorological Practices* (Руководство по агрометеорологической практике) (WMO-No. 134), главу 2 «Сельскохозяйственные метеорологические переменные и наблюдения за ними».

Техник по морскому прогнозированию и прогнозированию для населения

См. *Compendium of WMO Competency Frameworks* (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209).

Как указано в *Compendium of WMO Competency Frameworks* (Сборник систем компетенций ВМО) (WMO-No. 1209), прогнозистам, работающим в области метеорологического обслуживания населения, и морским прогнозистам рекомендуется полностью (или частично) пройти курс БИП-М, как определено в *Техническом регламенте* (ВМО-№ 49), том I, часть V, и в приложении А «Пакеты обязательных программ».

4. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R.; Airasian, P. et al., Eds. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*; Abridged edition, Longman, 2001.
- Biggs, J.; Tang, C. *Teaching For Quality Learning At University*, 4th ed.; McGraw-Hill Education, The Society for Research into Higher Education, London, 2011.
- Brandt, R. On Teaching for Understanding: A Conversation with Howard Gardner. *ASCD, Educational leadership* **1993**, 50 (7). <https://www.ascd.org/el/articles/on-teaching-for-understanding-a-conversation-with-howard-gardner>.
- Carroll, E. B. Use of Dynamical Concepts in Weather Forecasting. *Meteorological Applications* **1997**, 4 (4), 345–352. <https://doi.org/10.1017/S1350482797000583>.
- Hoffman, R. R.; LaDue, D. S.; Mogil, H. M. et al. *Minding the Weather. How Expert Forecasters Think*; The MIT Press, 2023.
- ILOs and constructive alignment. Imperial College London. <https://www.imperial.ac.uk/staff/educational-development/teaching-toolkit/intended-learning-outcomes/ilos-and-constructive-alignment/>.
- Krathwohl, D. R.; Payne, D. A. Defining and Assessing Educational Objectives. In *Educational measurement*; Thorndike, R. L., Ed.; 4th ed.; American Council on Education: Washington, DC, 1971.
- Rossby, C.-G. Comments on Meteorological Research. *Journal of the Aeronautical Sciences* **1934**, 1 (1), 32–34. <https://doi.org/10.2514/8.9>.
- Schraw, G. Promoting General Metacognitive Awareness. *Instructional Science* **1998**, 26 (1), 113–125. <https://doi.org/10.1023/A:1003044231033>.
- Schultz, D. *Eloquent Science: A Practical Guide to Becoming a Better Writer, Speaker, and Atmospheric Scientist*; American Meteorological Society, 2009.
- World Meteorological Organization (WMO). *Guide to the Implementation of Education and Training Standards in Meteorology and Hydrology, volume I – Meteorology* (WMO-No. 1083). Geneva, 2015.
- World Meteorological Organization (WMO). *Guide to the Implementation of Quality Management Systems for National Meteorological and Hydrological Services and Other Relevant Service Providers* (WMO-No. 1100). Geneva, 2017.
- World Meteorological Organization (WMO). *Guidelines for Nowcasting Techniques* (WMO-No. 1198). Geneva, 2017.
- World Meteorological Organization (WMO). *International Cloud Atlas. Manual on the Observation of Clouds and Other Meteors* (WMO-No. 407). Geneva, 2017.
- World Meteorological Organization (WMO). *A Compendium of Topics to Support Management Development in National Meteorological and Hydrological Services* (ETR-No. 24). Geneva, 2018.
- World Meteorological Organization (WMO). *Guide to Competency* (WMO-No. 1205). Geneva, 2018.
- World Meteorological Organization (WMO). *Compendium of WMO Competency Frameworks* (WMO-No. 1209). Geneva, 2019.
- World Meteorological Organization (WMO). *WMO Strategic Plan 2020-2023* (WMO-No. 1225). Geneva, 2019.
- World Meteorological Organization (WMO). *Technical Regulations, Volume I: General Meteorological Standards and Recommended Practices* (WMO-No. 49). Geneva, 2019.
- World Meteorological Organization (WMO). *Guidelines for the education and training of personnel in meteorology and operational hydrology - Volume II: Hydrology* (WMO-No. 258). Geneva, 2003.
- World Meteorological Organization (WMO). Chapter 2. Agricultural meteorological variables and their observations. In *Guide to Agricultural Meteorological Practices (GAMP)* (WMO-No. 134). Geneva, 2010.
- World Meteorological Organization (WMO). *Manual on Codes - International Codes, Volume I.1, Annex II to the WMO Technical Regulations: part A- Alphanumeric Codes* (WMO-No. 306). Geneva, 2011.
-

За дополнительной информацией просьба обращаться:

World Meteorological Organization

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

Strategic Communications Office

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

Электронная почта: sra@wmo.int

public.wmo.int