

ВСЕМИРНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

МЕЗОМЕТЕОРОЛОГИЯ И КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

**ПОСОБИЕ
ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

ПРЕДНАЗНАЧЕНО ДЛЯ ПОДГОТОВКИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО
ПЕРСОНАЛА КЛАССА I И КЛАССА II

Подготовлено
Н. Ф. Вельтищевым



ВМО - № 701

Секретариат Всемирной Метеорологической Организации — Женева — Швейцария

ВСЕМИРНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

МЕЗОМЕТЕОРОЛОГИЯ И КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

**ПОСОБИЕ
ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

ПРЕДНАЗНАЧЕНО ДЛЯ ПОДГОТОВКИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО
ПЕРСОНАЛА КЛАССА I И КЛАССА II

Подготовлено
Н. Ф. Вельтищевым



ВМО - № 701

Секретариат Всемирной Метеорологической Организации — Женева — Швейцария

1988

Пособие является дополнением к сборнику лекций и содержит рекомендации по чтению лекций и проведению практических занятий со студентами по каждой главе сборника. В него включены дополнительно к основному тексту рекомендации по использованию аудиовизуальных пособий, имеющихся в Учебной библиотеке ВМО.

ИЗДАНО В СССР ДЛЯ ВМО
ЛЕНИНГРАД, ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ, 1988

© 1988, Всемирная Метеорологическая Организация

ISBN 92-63-40701-0

ПРИМЕЧАНИЕ

Употребляемые здесь обозначения и оформление материала не должны рассматриваться как выражение какого бы то ни было мнения со стороны Секретариата Всемирной Метеорологической Организации относительно правового статуса той или иной страны, территории, города или района, или их властей, или относительно делимитации их границ.

Некоторые общие замечания

Настоящий сборник лекций подготовлен для метеорологического персонала класса I и класса II и составлен таким образом, чтобы познакомить студентов с различными мезомасштабными циркуляциями, возникающими в атмосфере, пояснить механизм их образования и дать рекомендации по анализу и прогнозу мезомасштабных систем. Поскольку значительная часть мезомасштабных возмущений не может быть обнаружена с помощью традиционных наблюдений у поверхности Земли и в свободной атмосфере, в лекциях делается значительный упор на использование спутниковых и радиолокационных наблюдений, так как они обладают пространственно-временным разрешением, достаточным для распознавания мезомасштабных атмосферных систем, в которых образуются облака и осадки.

К сожалению, пока что не существует общепринятых процедур мезомасштабного анализа и прогноза, а существующие технологии в значительной мере определяются техническими средствами, имеющимися в распоряжении того или иного прогностического центра.

Представляется, что лекции нужно строить таким образом, чтобы студенты усвоили „портреты” различных мезомасштабных возмущений на изображениях облачного покрова со спутников или изображениях радиоэха (зон осадков) с радиолокаторов. Кроме этого, необходимо обратить внимание студентов на целесообразность совместного анализа спутниковых, радиолокационных и синоптических данных, поскольку наиболее полный анализ мезомасштабных систем можно получить при использовании различных дополняющих друг друга видов информации.

Следует признать, что в синоптической практике далеко не всегда уделяется внимание мезомасштабным возмущениям в атмосфере, хотя многие из них сопровождаются опасными явлениями погоды, поэтому в лекциях целесообразно акцентировать внимание на важность распознавания таких возмущений на стадии анализа и их сверхкраткосрочного прогнозирования с использованием по крайней мере экстраполяционных процедур.

Чтобы чтение лекций не носило слишком академического характера, занятия целесообразно проводить в прогностическом центре, где, помимо обычных синоптических и аэрологических данных, имеются результаты наблюдений со спутников и радиолокаторов. Это позволит дополнить иллюстративный материал, имеющийся в сборнике лекций, и организовать самостоятельную работу студентов по мезомасштабному анализу и прогнозу с приме-

нием спутниковых, радиолокационных и обычных данных.

Объем сборника лекций сравнительно невелик, поэтому общий курс обучения, включая проведение практических занятий, можно ограничить двумя-тремя неделями.

Рекомендации к проведению занятий по отдельным главам

Занятия следует начать с вводной лекции, следуя введению в сборнике. Здесь желательно остановиться на определении термина „мезомасштабный”, отметить, какие типы возмущений относят обычно к мезомасштабным и почему их целесообразно анализировать. Необходимо также остановиться на существующих и перспективных средствах мезомасштабного анализа и вопросах предсказуемости мезомасштабных возмущений различного типа.

При чтении лекций целесообразно воспользоваться иллюстративным материалом, имеющимся в Учебной библиотеке ВМО. Рекомендации по использованию учебных фильмов, видеокассет и слайдов, содержащихся в этой библиотеке, даются ниже в специальном разделе настоящего пособия.

Первая глава была введена в сборник с целью дать студентам элементарное представление о теории подобия и пояснить сущность ряда безразмерных параметров, которые используются в дальнейшем при рассмотрении механизмов образования различных мезомасштабных систем. Это показалось удобным сделать, с тем чтобы не останавливаться на соответствующих пояснениях при рассмотрении конкретных мезомасштабных циркуляций. Так как эта глава носит вспомогательный характер, материал из нее можно брать при чтении соответствующей лекции, не отводя данному вопросу специального занятия.

Вторая глава, посвященная конвективным циркуляциям, состоит из двух разделов, в первом из которых обсуждаются системы мелкой конвекции, во втором — глубокой конвекции. При проведении занятий по первому разделу желательно добиться того, чтобы студенты поняли причины возникновения ячейковых циркуляций различного типа, валиковых структур и на основании полученных знаний смогли самостоятельно интерпретировать снимки облачного покрова со спутников: определять по типу облачных ячеек характер воздушной массы, воспроизводить по снимкам с грядовой и ячейковой структурой облачности поле воздушных течений в нижней тропосфере, приближенно оценивать толщину конвективного слоя и экстраполировать с помощью данных о структуре облачного покрова результаты инструментальных измерений. Для активного закрепления

знаний по этому разделу целесообразно предложить студентам по одному или нескольким снимкам, где имеются поля мезомасштабных гряд и ячеек, построить схемы воздушных течений подобно тому, как это сделано на рис. 2.1.7 по данным о распределении облачности на рис. 2.1.6. После выполнения этой работы студентам целесообразно показать синоптическую карту с фактическими данными о ветре, чтобы убедиться, насколько восстановленное поле течений (по крайней мере, по направлению) согласуется с фактическим распределением ветра.

При проведении занятий по второму разделу желательно расширить иллюстративный материал, имеющийся в сборнике лекций, дополнительными примерами мезомасштабных конвективных комплексов, линий шквалов и скоплений кучево-дождевых облаков, используя для этой цели материалы наблюдений для географического района, наиболее близкого для большинства студентов. Желательно, чтобы для этой цели использовались синхронные наблюдения со спутников, радиолокаторов и обычные синоптические и аэрологические данные. Если в распоряжении прогностического центра, на базе которого проводятся занятия, имеются видеокольца облачного покрова с геостационарных спутников или видеокольца зон осадков (радиоэха), целесообразно продемонстрировать примеры жизненного цикла мезомасштабных облачных систем, связанных с процессами глубокой конвекции, обращая внимание слушателей на характерные признаки зарождения, углубления и диссипации таких систем как в поле облачности и осадков, так и в поле давления и воздушных течений.

В сборнике лекций мезомасштабные системы глубокой конвекции рассмотрены вне связи с топографией местности. Если район, представляющий интерес для практической работы студентов, имеет пересеченный рельеф, необходимо сделать дополнительные акценты на возбуждающее влияние орографии, используя для этой цели лекционный материал из гл. 4 и 5, относящийся к влиянию ветров склонов и дифференциального нагрева подстилающей поверхности на развитие конвективных облаков. Этому разделу желательно уделить особенно большое внимание, поскольку с процессами мезомасштабной конвекции наиболее часто бывают связаны опасные явления погоды: катастрофические ливни, грозы, град, шквалистые ветры, а иногда и торнадо.

Для закрепления материала целесообразно предложить студентам два-три комплекта данных, на которых имеются мезомасштабные системы глубокой конвекции. Хорошо, чтобы они включали в себя, по крайней мере, снимки

облачного покрова, анализ приземной и высотных карт. Нужно попросить студентов идентифицировать на снимках облачности (данных радиолокационных наблюдений) конвективные системы и определить направление их смещения. Если в распоряжении лектора имеются видеокольца спутниковых и радиолокационных наблюдений, то следует продемонстрировать студентам два-три последовательных кадра и попросить их сделать экстраполяционный прогноз конвективной системы на ближайшие 2–3 ч или 1–2 ч (в зависимости от ее размера), исходя из эволюции облачности (радиоэха) на предыдущем отрезке времени. Как в случае работы со снимками, так и с видеокольцами, после завершения работы студентами их нужно познакомить с фактическими данными, чтобы они смогли оценить качество своего прогноза, а с помощью лектора проанализировать причины ошибочности прогноза (если таковая имелаась).

Третья глава, посвященная мезомасштабным возмущениям в циклонических циркуляциях, состоит из двух разделов. В первом из них рассмотрена мезомасштабная структура фронтов. Этот раздел проиллюстрирован в основном схемами, полученными в результате общения радиолокационных наблюдений за зонами осадков на различных фронтах. Желательно, чтобы лекция по этому разделу была дополнена преподавателем несколькими примерами радиолокационных измерений зон осадков на различных фронтах. Наилучшим иллюстративным материалом является видеокольцо, демонстрирующее динамику зон осадков на фронте в течение 5–6 ч. Если в распоряжении лектора имеется синхронное видеокольцо со снимками облачности с геостационарного спутника, необходимо продемонстрировать динамику зон осадков на фоне динамики облачного покрова.

После завершения лекционной работы по этому разделу целесообразно на контрольном видеокольце с зонами осадков по радиолокационным данным предложить студентам дать прогноз перемещения зон осадков на 6 ч с использованием простой экстраполяционной процедуры. Для этого нужно продемонстрировать им три-четыре кадра с радиолокационными данными за период 1,5–2 ч, чтобы они смогли рассчитать скорость и направление смещения различных участков зоны осадков, оценить характер эволюции интенсивности осадков и на основании этого наметить будущее положение зоны осадков и оценить их ожидаемую интенсивность. После выполнения работы лектору совместно со студентами необходимо сравнить результаты прогноза с фактическими данными и проанализировать причины

ошибок (если таковые имеются).

При изложении второго раздела этой главы важно обратить внимание студентов на то, что далеко не всегда анализ погоды можно ограничить классическими схемами фронтального анализа и существуют определенные типы мезомасштабных вихрей, проведение фронтальных разделов в которых не только не проясняет анализа погоды, но может даже, напротив, запутать его. Поскольку по данным наземных наблюдений часто бывает достаточно сложно идентифицировать мезомасштабные вихри, а тем более существующие в них спиралевидные зоны облачности, с которыми бывают связаны зоны осадков небольшой протяженности, но достаточно большой интенсивности, необходимо обратить внимание студентов на то, что при проведении анализа на синоптической карте необходимо использовать снимки облачного покрова со спутника. Непрерывное в пространстве наблюдение за облачным покровом из космоса позволяет быстро ориентироваться в синоптическом положении, выделив основные возмущения синоптического масштаба, поддающиеся фронтологическому анализу, и мезомасштабные возмущения, которые могут находиться вне основных фронтальных разделов. Для закрепления материала, изложенного в этом разделе, целесообразно подобрать для студентов несколько случаев, когда на снимках облачного покрова помимо циклонических облачных систем имеются мезомасштабные облачные вихри (облачные запяты). Для этих случаев следует отобрать непроанализированные синоптические карты и попросить студентов выполнить первоначально анализ карты без использования снимков облачного покрова. После выполнения такого анализа дать студентам географически привязанные снимки облачности и попросить их сопоставить сделанный фронтальный анализ с распределением облачности. Положение фронтов на синоптической карте, подправленное с учетом распределения облачности, а также центров завихренности, обнаруженных по снимкам облачности со спутников, попросить нанести другим цветом с тем, чтобы можно было оценить различия двух анализов. Разобрать вместе со студентами коррекции, внесенные по снимкам облачного покрова в предварительный анализ (их правильность, обоснованность). Обратить внимание студентов на участки, где снимки облачного покрова и имеющийся в них мезомасштабный сигнал особенно помогли анализу синоптического положения. Желательно также на примере по крайней мере одного видеокольца с геостационарного спутника проиллюстрировать процесс слияния мезомасштабной облачной системы в виде запятой с фронталь-

ной и возникновение внезапной окклюзии.

Четвертая глава, посвященная орографическим возмущенным мезомасштабным системам, большая по объему, потому что орографические мезомасштабные системы довольно многочисленны. Представляется, что при чтении лекций по этому разделу степень детальности рассмотрения различных циркуляций должна определяться тем, насколько часто с ними приходится сталкиваться большинству из присутствующих на занятиях студентов. Так как многие орографические возмущения имеют особенности, связанные с конкретными условиями рельефа, целесообразно расширить иллюстративный материал, имеющийся в главе, дополнительными примерами мезомасштабных циркуляций, наиболее характерных для географического района, в котором приходится работать студентам. На занятиях необходимо иметь набор географических карт с тем, чтобы при рассмотрении конкретных примеров можно было дать студентам характеристику рельефа в рассматриваемом районе. Такого рода картографический материал еще более необходим для выполнения студентами практических занятий по анализу мезомасштабных систем орографического происхождения.

При обсуждении первого раздела этой главы необходимо акцентировать внимание студентов на том, что хотя барьерные эффекты в атмосфере давно известны, в практике анализа и прогноза им не всегда уделяется достаточное внимание. Обратить внимание студентов на то, что хорошим средством для обнаружения барьерных эффектов могут служить снимки облачного покрова со спутников.

Для закрепления студентами материала, изложенного в разделе 4.1, подобрать для них сюжет, сходный с приведенным на рис. 4.1.3, и попросить их самостоятельно проинтерпретировать воздействие орографии на распределение облачности: выделить зоны уплотнения облачности на наветренных склонах гор и размывания ее с подветренной стороны препятствий.

При обсуждении второго раздела этой главы целесообразно отметить, что многие характеристики фёна носят локальный характер, поэтому при изучении данного явления лучше всего опираться на климатологию явления в конкретном районе. Рекомендовать студентам, работающим в районах с частым образованием фёнов, накапливать климатологию фёнов для формирования библиотеки фёнов, по которой можно было бы установить характерное синоптическое положение, наиболее благоприятное для возникновения фёна в данном районе, а также „портреты“ облачного покрова на снимках со спутников, характерные для фёнов.

Хорошо дополнить иллюстративный материал, содержащийся в лекциях, несколькими примерами фёнов в географическом районе, представляющем практический интерес для присутствующих на занятиях студентов. Студентам, для которых фён представляет интерес с точки зрения их практической работы, целесообразно предложить построить (после возвращения домой) график, пример которого приведен на рис. 4.2.7. Для этой цели студентам нужно будет использовать данные о скорости ветра при фёне ($V_{\text{ф}}$) в пункте (пунктах), где такого рода график предполагается использовать.

При изложении раздела 4.3 о подветренных волнах надо отметить, что в настоящее время наиболее прямым и доступным средством их идентификации (когда в гребнях волн образуются облака) являются снимки облачного покрова со спутников. Обратить внимание студентов на то, что диагностическая и прогностическая информация о горных волнах имеет особенно важное значение для обслуживания небольших самолетов и вертолетов, пересекающих горные хребты на сравнительно небольшой высоте, а поэтому особенно подверженной турбулентности, возникающей в зонах подветренных волн и роторов.

Для закрепления материала этого раздела студентам целесообразно дать несколько снимков с волнистыми облаками с подветренной стороны от горных хребтов, изолированных островов или группы островов, попросить их указать по данным о распределении облачности на этих снимках и данным об орографии местности направление крупномасштабного воздушного потока в районе препятствия. Для случая простых двумерных волн попросить студентов определить среднюю длину волны по снимку (снимкам), оценить скорость ветра по формулам (4.3.8) – (4.3.10), а затем предоставить в распоряжение студентов информацию о фактическом (или геострофическом) ветре с тем, чтобы они могли сопоставить результаты расчетов с данными наблюдений.

Студентам, для которых подветренные волны представляют интерес с точки зрения практической работы, следует рекомендовать построить после возвращения домой номограмму типа приведенной на рис. 4.3.6, используя для этой цели результаты обычных метеорологических наблюдений, снимки облачности со спутников и сообщения пилотов из района, для которого строится такая номограмма.

Раздел 4.4 может представлять ограниченный практический интерес для большинства студентов, так как вихревые цепочки с подветренной стороны островов образуются в весьма ограниченном числе районов, а условия пого-

ды в них не очень сильно отличаются от невозмущенного окружения. Поэтому в целом при изложении этого раздела можно ограничиться материалами, имеющимися в лекциях. С практической точки зрения информация о вихревых цепочках с подветренной стороны островов может быть наиболее полезной для определения направления крупномасштабных воздушных потоков в нижней тропосфере над океанами, где имеется, как правило, мало фактических наблюдений.

Для закрепления навыков использования снимков облачности со спутников целесообразно дать студентам снимок облачности со спутника, на котором имеется цепочка вихрей с подветренной стороны от острова (островов), и сведения об орографии острова (островов): диаметре, максимальной высоте. Попросить студентов нарисовать на снимке картину воздушных течений в районе острова (островов) и оценить приближенно высоту верхней границы облаков.

Если в группе имеются студенты, для которых вихревые цепочки за островами представляют практический интерес, им можно дать задание более подробно разобрать подготовленный пример: определить по снимку параметры a и h (см. рис. 4.4.3), рассчитать по формуле (4.4.1) скорость смещения вихрей. Для заданной периодичности отрыва вихрей (например $T = 5$ ч) определить коэффициент турбулентной вязкости по формуле (4.4.3) или (4.4.4), приняв число Линя $\beta = 1,5 \cdot 10^{-3}$. При тех же значениях T , β и определенной вязкости из (4.4.2) вычислить скорость невозмущенного потока U .

При изложении раздела 4.5 целесообразно исходить из того, что ветры склонов и горно-долинные циркуляции имеют два аспекта — локальный и интегральный. В первом случае метеоролога может интересовать конкретная долина и знание в ней закономерностей циркуляции и распределения облачности, исходя из конкретной деятельности в этой долине: обслуживания аэродрома, прогноза условий вентиляции долины и т. д. Во втором случае метеоролога могут интересовать лишь общие эффекты ветров склонов и горно-долинной циркуляции, влияющие на суточный ход облачного покрова, ветра и температуры в горах и предгорьях.

При изложении локальных аспектов циркуляции в горах обратить внимание студентов на то, что при анализе и прогнозе в локальном масштабе необходимо полагаться в основном на климатологию конкретной горной долины, поскольку влияние местных факторов может играть решающее значение. В этой связи студентам, у которых существует проблема ана-

лиза и прогноза горно-долинной циркуляции, целесообразно рекомендовать построение эмпирических формул типа (4.5.1) или графиков типа 4.5.4, используя для этой цели результаты метеорологических наблюдений в той местности, для которой в дальнейшем предполагается составлять прогноз.

При изложении интегральных эффектов склоновых циркуляций следует обратить особое внимание на то, что максимум конвективной облачности, наблюдающейся в горах в полуполуденные часы, смещается под действием горных ветров в предгорья в вечерние и ночные часы.

Пятая глава, в которой рассмотрены мезомасштабные системы, возбужденные термической неоднородностью подстилающей поверхности, а также влияние термической неоднородности поверхности на распределение облачности, содержит материал, который может быть одинаково полезным для анализа погоды как в тропиках, так и в умеренных широтах.

Раздел 5.1, относящийся к бризовой циркуляции, может показаться на первый взгляд интересным лишь для метеорологов, работающих в прибрежной зоне тропических широт. На самом деле бризовая циркуляция присутствует и в прибрежной зоне умеренных широт, причем не только вдоль морских побережий, но и вдоль берегов крупных озер и рек (то же самое, естественно, имеет место и в тропиках). При изложении материала по этому разделу необходимо обратить внимание студентов на то, что влияние бризовой циркуляции далеко не всегда учитывается при составлении прогнозов погоды, между тем она оказывает существенное влияние на распределение облачности, а иногда и ливневых осадков в прибрежной зоне. Целесообразно обратить внимание студентов на то, что в последнее время заинтересованность в прогнозировании бризовой циркуляции возросла в связи с проблемой загрязнения воздуха в прибрежных зонах.

При чтении лекции о бризах желательно подобрать дополнительные иллюстрации бризов для географического района, представляющего наибольший интерес для слушателей.

Обратить внимание студентов на то, что классическая схема бриза над однородным плоским побережьем реализуется крайне редко и значительно деформируется рельефом, поэтому при анализе бризов и их прогнозе необходимо учитывать конкретную топографию местности.

Студентам, заинтересованным в анализе и прогнозе бризов, целесообразно предложить подготовить самостоятельно диаграммы типа 5.1.7 и 5.1.8. При построении таких диаграмм использовать данные, относящиеся к бризовой

циркуляции (скорость ветра, глубина проникновения бриза, мощность облачности на бризовом фронте), непосредственно в том районе, где диаграммы предполагается использовать в дальнейшем. Ценность такой статистики в том, что она учитывает локальные особенности топографии, крупномасштабной циркуляции и других факторов, присущих данному побережью.

Раздел 5.2 был включен в сборник лекций в связи с тем, что термическая неоднородность часто может не рождать мезомасштабные циркуляции типа бризовой, но оказывать тем не менее существенное влияние на мезомасштабное распределение облачности разного типа. В лекциях выделено влияние термической неоднородности поверхности на распределение конвективной и слоистой облачности, причем приведены примеры только кучевых и слоистых облаков. На самом деле термическая неоднородность (совместно с рельефом местности) оказывает существенное влияние на пространственное распределение кучево-дождевых облаков и модификацию фронтальных облачных систем. Поэтому лектор может расширить количество примеров влияния дифференциального нагрева на распределение облачности, продемонстрировав преимущественное развитие кучево-дождевых облаков в полуполуденные часы над приподнятыми и перегретыми участками суши и отсутствие их, например, над крупными озерами.

При чтении лекций на эту тему следует обратить внимание студентов на то, что описанные эффекты, хотя в большинстве случаев и бывают хорошо известны прогнозистам, но далеко не всегда учитываются при составлении прогнозов погоды, особенно количества облаков.

Для закрепления материала целесообразно предложить студентам снимки облачного покрова наподобие приведенных на рис. 5.2.1—5.2.3 и попросить их дать интерпретацию пространственного распределения облачности. При наличии „теневых“ эффектов попросить указать направление воздушного потока, исходя из распределения облачности относительно участков поверхности, имеющих различную температуру.

Студентам, часто встречающимся с эффектами дифференциального нагрева подстилающей поверхности в повседневной практике анализа и прогноза погоды, можно рекомендовать построить самостоятельно график типа 5.2.4, используя для этой цели материалы обычных наблюдений для расчета индексов I_1 (I_2) и спутниковые данные об облачности для оценки ширины малооблачных зон вдоль побережья.

Библиография к лекциям состоит в основном из работ обзорного характера или статей,

в которых содержатся фактический материал, методы анализа и прогноза или обсуждаются механизмы возникновения различных мезомасштабных систем, которые не включены еще в монографии. Для удобства пользования цитированной литературой монографии и сборники работ по мезометеорологии, в которых обсуждаются различные мезомасштабные системы, выделены в специальный раздел. Статьи из периодических изданий и сборников сгруппированы по главам с тем, чтобы облегчить поиск источников в списке литературы. Число ссылок сравнительно небольшое. При формировании ссылок я исходил из того, чтобы было ясно, когда и кем были выполнены пионерские работы по изучению тех или иных мезомасштабных циркуляций и каково современное состояние вопроса. Поэтому в списке сравнительно велик удельный вес работ, выполненных в последние годы. Это не обозначает, что исследования, выполненные 10–15 лет тому назад, не представляют интереса. Просто читатель, желающий углубить свои знания по тому или иному разделу, сможет найти ссылки на них в последних работах, особенно обзорного характера.

Текст перед ссылкой на источник, а также название цитируемой работы, как правило, достаточно полно характеризует ее содержание, поэтому при желании более углубленно остановиться на том или ином аспекте, рассматриваемом в данной главе, лектор может выбрать соответствующую библиографию из списка и использовать ее более полно при чтении лекций.

Иллюстративные материалы из учебной библиотеки ВМО могут служить хорошим дополнением при чтении лекций по отдельным разделам.

Из Каталога метеорологических учебных публикаций и аудиовизуальных пособий (ВМО, 1986) мной были отобраны 16-мм фильмы, видеокассеты и комплекты слайдов, в которых содержится информация и по мезомасштабным облачным системам, наблюдаемым со спутников и радиолокаторов. Ниже будет дан перечень иллюстративных пособий, рекомендуемых для чтения настоящего курса лекций. Ссылки на материалы будут даны в соответствии с Каталогом.

Два комплекта слайдов, посвященных интерпретации, анализу и оперативному использованию спутниковых данных, один из которых подготовлен Фуджитой и др. (1978) для учебного семинара по спутниковой метеорологии (Токио, 1978), а второй в Университете шт. Колорадо (1978), могут быть использованы при чтении лекций по всем главам сборника, так как в них содержится иллюстративный материал по многим аспектам, затронутым

в лекциях.

При чтении лекции по разделу 2.1 рекомендуется использовать 16-мм фильм ВМО-66, где имеется иллюстративный материал по облачным грядам.

Для чтения лекций по разделу 2.2 имеется обширный иллюстративный материал, который включает в себя 16-мм фильм и видеокассеты. В фильме ВМО-66 имеется иллюстративный материал по кучево-дождевым облакам. В фильме ВМО-77 лектор может найти иллюстрации по развитию кучево-дождевых облаков по серии снимков с геостационарного спутника ATS-III. В фильме ВМО-120 имеются серии инфракрасных изображений с геостационарного спутника SMS-1, по которым можно проследить эволюцию скоплений кучево-дождевых облаков, облачных гряд и связанных с ними мезомасштабных явлений в тропической зоне Атлантического океана. В фильме ВМО-137 дано в том числе описание кучево-дождевых облаков и торнадо. В фильме ВМО-151 можно найти иллюстрации по развитию интенсивных кучево-дождевых облаков, базирующиеся на изображениях с геостационарных спутников SMS-1 и SMS-2. Фильм ВМО-155 и видеокассета ВМО-519, представляющие собой серии снимков в видимом и инфракрасном диапазонах со спутника GOES, могут служить иллюстрациями при изложении материала, относящегося к эволюции скоплений кучево-дождевых облаков. Видеокассета ВМО-523 может дать полезный иллюстративный материал по возникновению конвекции.

При чтении лекций по гл. 3 можно воспользоваться фильмом ВМО-135, в котором лектор найдет материал по слежению за интенсивным циклоном и процедурам его прогнозирования.

При чтении лекций по гл. 4 ограниченный иллюстративный материал можно найти лишь к разделу 4.3 в фильме ВМО-66, где имеются примеры волнистых облаков.

По разделу 5.1 иллюстративный материал имеется в комплекте слайдов, подготовленных в Университете шт. Колорадо, а по разделу 5.2 иллюстрации имеются также в фильме ВМО-151 и в фильме ВМО-155. В первом из них можно найти информацию о радиационных туманах по изображениям со спутника SMS-1 и SMS-2, а во втором — эффекты дифференциального нагрева подстилающей поверхности на развитие кучевой облачности по изображениям со спутника GOES.

С процедурой получения аудиовидеоматериалов из учебной библиотеки ВМО можно ознакомиться подробно в Каталоге метеорологических учебных публикаций и аудиовизуальных пособий (1986). Для удобства лекторов я приведу здесь краткие выдержки из этого Ка-

Порядковый номер WMO - 77	Название ATS-III. The first color movie of the planet Earth	Год выпуска 1968	Валюта и цена US - 65	
Фирма Prod: NASA, Washington(USA) Dist: NASA	12 min	SO	CO	E
Распространитель	Продолжительность фильма	SO-звукосей Si - немой	CO-цветной bw - черно- белый	Английский язык

Распределение информации в ссылках на аудиовизуальные пособия.

талога, относящиеся к процедуре получения аудиовизуальных материалов, и дам пояснения к обозначениям, фигурирующим в рекомендуемом списке фильмов, видеокассет и слайдов.

16-мм фильмы, имеющиеся в учебной библиотеке ВМО, могут быть куплены для постоянного пользования или взяты в долг, без уплаты денег. Одновременно в долг может быть запрошено не более четырех фильмов. Фильмы следует заказывать заранее, указав их названия. В случае порчи фильма при демонстрации

его следует вернуть в учебную библиотеку ВМО. За утраченный или испорченный фильм может быть востребована денежная компенсация. Фильмы должны быть возвращены немедленно после их демонстрации. Максимальное время пользования фильмом не должно превышать четырех недель. При возвращении фильма необходимо послать отдельное уведомление в Секретариат ВМО об его отсылке.

На рисунке даются пояснения обозначений, используемых в прилагаемом ниже списке фильмов, видеокассет и комплектов слайдов.

СПИСОК

аудиовизуальных пособий из учебной библиотеки ВМО

Catalogue of Meteorological Training Publications
and Audiovisual Aids, Fourth edition.
WMO/TD — N 124, Geneva — Switzerland, 1986

16-мм фильмы

- WMO-66 Cloud patterns and related motions
Prod: U. S. Air Force 1962 n/a
Dist: NAC (U.S.A.) Not for sale 56 min si co E
- WMO-77 ATS-III: The first color movie of the planet Earth
Prod: NASA, Washington (U.S.A.) 1968 US \$ 65
Dist: NASA 12 min so co E
- WMO-120 GATE infrared observational data
Prod: The Walter A. Bohan Co. 1975 US \$ 110
Dist: The producer 20 min si co
- WMO-135 Weather forecasting
Prod: Encyclopaedia Britannica Ed. Corp. (U.K.) 1975 US \$ 325
Dist: Fergus Davidson Ass. Ltd. 18 min so co E
- WMO-137 Storms: The restless atmosphere
Prod: Encyclopaedia Britannica Ed. Corp. (U.K.) 1972 US \$ 345
Dist: Fergus Davidson Ass. Ltd. 22 min so co E
- WMO-151 Advances in the understanding of weather systems:
A satellite summary
Prod: The Walter A. Bohan Co. 1976 n/a
Dist: The producer. Not for sale 12 min si co E
- WMO-155 Initiation of convection, the
Prod: NOAA (U.S.A.) 1979 US \$ 190
Dist: Walter A. Bohan Co. 19 min so co E

Видеокассеты

- WMO-519 Importance of thunderstorm outflow boundaries in the
development of deep convection
Prod: Walter A. Bohan for NESS/NOAA
Dist: Walter A. Bohan for NESS/NOAA
28 min so co E
Format: VHS, Standard: NTSC (WAB-456).
- WMO-523 Initiation of convection
Prod: Walter A. Bohan for NESS/NOAA n/a
Dist: Walter A. Bohan for NESS/NOAA 17 min
so co E
Format: VHS, Standard: NTSC (WAB-409).
See film WMO-155.

Комплекты слайдов

- Interpretation, analysis and use of meteorological satellite data
Prod: Fujita T.T. et al. 1978 SF 700
Dist: WMO 620 slides co
Notes in E
- Satellite data for operational purposes
Prod: Colorado State University 1978 SF 420
Dist: WMO 398 slides co

МЕЗОМЕТЕОРОЛОГИЯ И КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ
Пособие для преподавателей

Редактор В. И. Кузьменко. Художник С. В. Богородский.
Художественный редактор Б. А. Денисовский.
Технический редактор Т. Н. Витошинская. Корректор Е. А. Жарова.

Н/К

Набрано в издательстве на композере.

Подписано в печать 10.10.88. Формат 60 x 84/8. Бумага № 1 офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,4.
Усл. кр-отт. 1,87. Уч.-изд. л. 0,93. Тираж 1020 экз. Индекс МОЛ-38. Заказ 4000 . Цена 15 коп.

Гидрометеиздат, 199226, Ленинград, В. О., ул. Беринга, д. 38.

Московская типография № 9 НПО „Всесоюзная книжная палата“ Госкомиздата СССР
109033. Москва, Ж-33, ул. Волочаевская, д. 40.

