

SSI. S
M

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет заочного обучения

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по дисциплине

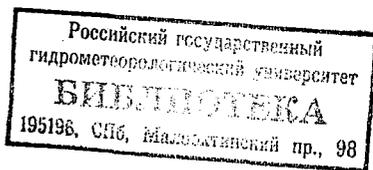
«ПРИКЛАДНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ – ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ»

Специальность: 080502 – Экономика и управление
на предприятии природопользования

*Подлежит возврату
на факультет заочного обучения*



Санкт-Петербург
2006



551.5 (075.8)

*Одобрено Методической комиссией
метеорологического факультета*

УДК 551.509.59

Методические указания по дисциплине «Прикладная метеорология – оптимизация управленческих решений» для высших учебных заведений. Специальность – Экономика и управление на предприятии природопользования. – СПб.: изд. РГГМУ, 2006. – 20 с.

Составители: Н.Ф. Белов, доц. РГГМУ,
И.А. Смирнов, доц. РГГМУ.

Ответственный редактор: А.С. Гаврилов, проф. РГГМУ.

- © Н.Ф. Белов, 2006
- © И.А. Смирнов, 2006
- © Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2006

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие «Методические указания» составлены в соответствии с программой по дисциплине «Прикладная метеорология – оптимизация управленческих решений». Целью дисциплины является формирование у студентов комплекса научных знаний о влиянии погоды и климата на деятельность отраслей народного хозяйства, экономику и оптимизации их учета при принятии управленческих решений.

Основные задачи – изучение методов получения специализированной метеорологической информации, оценка климатических ресурсов и построение метеоролого-экономических моделей, отражающих влияние метеорологических факторов на хозяйственные объекты и человека.

Знания в области прикладной метеорологии помогут будущим специалистам оптимально учитывать метеорологическую информацию при решении задач природопользования, социальных и экономических проблем.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Изучение дисциплины «Прикладная метеорология – оптимизация управленческих решений» строится на самостоятельном усвоении учебного материала согласно предоставленному списку литературы. Для облегчения процесса усвоения материала в конце каждого раздела приводятся вопросы для самопроверки.

С целью закрепления освоенного курса студентам необходимо выполнить контрольную работу, состоящую из 3 заданий.

На зачетно–экзаменационную сессию студенту необходимо являться, имея с собой выполненную контрольную работу, по которой получен зачет. Во время экзаменационной сессии студент прослушивает установочные лекции, выполняет практические задания и сдает зачет.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Шталь В.А., Белов Н.Ф., Циценко Г.В.* Прикладная климатология. Учебное пособие – Л.: Изд. ЛПИ, 1981 – 166 с.
2. *Жуковский Е.Е.* Метеорологическая информация и экономические решения. – Л.: Гидрометеоиздат, 1981 – 303 с.
3. *Исаев А.А.* Экологическая климатология. – М.: Научный мир, 2001. – 458 с.
4. *Хандошко Л.А.* Экономическая метеорология. Учебник – СПб.: Гидрометеоиздат., 20005. – 490 с.
5. *Хандошко Л.А.* Метеорологическое обеспечение народного хозяйства. – Л.: Гидрометеоиздат, 1981. – 231 с
6. *Монокрович Э.И.* Гидрометеорологическая информация в народном хозяйстве. – Л.: Гидрометеоиздат, 1980. – 175 с
7. *Хандошко Л.А.* Оптимальные погодо-хозяйственные решения. – СПб.: Изд. РГГМУ, 1999. – 162 с.

УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛАМ

Введение

В этом разделе следует обратить внимание на структуру дисциплины, ее предмет, задачи и методы исследований. Уяснить основные этапы развития прикладной метеорологии, её роль во Всемирной климатической программе и практические достижения.

Литература

[1]– стр. 4 – 9; [3] – стр. 9 – 14

Вопросы для самопроверки

1. Что является предметом изучения прикладной метеорологии?
2. В чём различие между прикладной метеорологией и прикладной климатологией?
3. Как развивается современная прикладная метеорология и какие задачи перед ней стоят?
4. Какие формы международного сотрудничества существуют в настоящее время?

Метеорологическая информация, используемая для принятия хозяйственных решений и методы её получения

В этом разделе следует рассмотреть состояние обеспечения метеорологической информацией отраслей народного хозяйства, методы получения и представления стандартных и специализированных показателей, используемых при оптимизации хозяйственных решений, методологию климатологического прогноза и статической экстраполяции

Литература

[1] – стр. 84 – 86; [6] – стр. 33–127.

Вопросы для самопроверки

1. В чём различие стандартных и специализированных метеорологических показателей?
2. Каковы методы представления метеорологических данных при решении народно-хозяйственных?
3. Какие характеристики получают на основе климатологического прогноза?

Использование метеорологической информации в строительстве

В этом разделе необходимо рассмотреть влияние на жилище отдельных метеорологических факторов и их комплексов, включенных в СНиП. Изучить методы расчетов климатических параметров для строительного проектирования, а также методику оценки ветровых, гололёдных и снеговых нагрузок. Обратить внимание на вопросы климатической защиты изделий техники и механизмов.

Литература

[1] – стр. 82 – 101; [3] – стр. 203 – 224.

Вопросы для самопроверки

1. Какие метеорологические факторы воздействуют на жилище?
2. Что такое климатические нормативы?
3. В чем заключается метеорологическая защита изделий техники и механизмов?

Использование метеорологической информации в энергетике

При рассмотрении этого раздела необходимо уяснить роль метеорологических факторов при регулировании теплового и светового режима в системах тепло- и электроснабжения. Изучить методы расчета климатических характеристик для ветро- и гелиоэнергетики.

Литература

[6] – стр. 50 – 63; [3] – стр. 386 – 398.

Вопросы для самопроверки

1. Какая метеорологическая информация учитывается при проектировании линий электропередач?
2. Какие климатические характеристики используются для ветроэнергетики?
3. На основании каких признаков проводится районирование по условиям обеспеченности гелиоресурсами?

Использование метеорологической информации для наземного и морского транспорта

При изучении этого раздела необходимо выделить метеорологические факторы, оказывающие неблагоприятные воздействия на работу наземного транспорта в разные сезоны года. Изучить методику оценки влияния погоды и климата на скорость движения автотранспорта. Уяснить метеорологические факторы, учитываемые при проектировании автодорог.

В дальнейшем необходимо рассмотреть опасные и очень опасные для мореплавания гидрометеорологические факторы и их учет для обеспечения работы морского и речного транспорта.

Литература

[1] – стр. 113 – 130, [5] – стр. 48 – 64.

Вопросы для самопроверки

1. Какие факторы являются неблагоприятными для работы наземного транспорта в летний и зимний периоды года?
2. Какие метеорологические факторы учитываются при проектировании автодорог?
3. Что такое обледенение морских судов?

Использование метеорологической информации в здравоохранении

В этом разделе необходимо рассмотреть влияние метеорологических факторов на тепловое состояние человека и оценку степени комфортности условий. Изучение теплового состояния связано с использованием температурных шкал и биоклиматических индексов, а также уравнения теплового баланса тела человека. Кроме того, необходимо уяснить воздействие факторов внешней среды на организм человека, возникающие при этом нагрузки на терморегуляторный аппарат, протекание процессов адаптации и акклиматизации.

Оценка влияния факторов внешней среды на организм человека производится с помощью индекса потогенности и интегрального показателя нагрузки. В дальнейшем в этом разделе необходимо рассмотреть вопросы курортологии, климатотерапии, роли погоды и климата в индустрии отдыха, туризма и спорта.

Литература

[1] – стр. 131 – 165; [3] – стр. 84 – 203, стр. 228 – 264.

Вопросы для самопроверки

1. Какие факторы учитывает уравнение теплового баланса тела человека?
2. Какие биоклиматические индексы используются для оценки теплового состояния человека?
3. Что такое рекреационные ресурсы?

Использование метеорологической информации в сельском хозяйстве

В этом разделе необходимо рассмотреть метеорологические факторы, от которых зависят рост и развитие растений. Это солнечная радиация, температурный режим воздуха и почвы, влажность, осадки, снежный покров, почвенная влага. Кроме того, надо знать опасные для сельского хозяйства метеорологические явления: заморозки, засухи и суховеи, пыльные бури, град, сильные ливни и методы борьбы с ними

В дальнейшем надо изучить методы расчета агроклиматических показателей и методику оценки агроклиматических ресурсов. Необходимо иметь представление об агрометеорологических наблюдениях и прогнозах, а также об использовании агрометеорологической информации в сельскохозяйственном производстве.

Литература

[3] – стр. 374 – 386, стр. 228 – 264.

Вопросы для самопроверки

1. С помощью каких агроклиматических показателей проводится оценка термических ресурсов территорий?
2. Какие коэффициенты применяются для оценки условий увлажнения вегетационного периода?
3. Какие факторы анализируются при сельскохозяйственной оценке климата?

Метеорологическая информация и экономические решения

В этом разделе надо рассмотреть влияние погоды и климата на экономику в сельскохозяйственном производстве, строительстве, энергетике, на транспорте.

Изучить основные принципы построения метеоролого-экономических моделей. Выявить общую структуру системы погода – метеорологическая информация – потребитель. Уяснить сущность проблемы, термины и определения. Рассмотреть построение функций ущербов, прибыли или полезности. В дальнейшем рассмотреть

климатологические и климатологически оптимальные стратегии в системах дискретного и непрерывного типа.

Литература

[2] – стр. 8 – 115; [4] – стр. 210 – 227, стр. 413 – 435; [6] – стр. 8 – 17, стр. 141 – 163, [7] – стр. 32 – 38.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте описание системы погода – метеорологическая информация – потребитель.
2. Что понимается под стратегией потребителя?
3. Что такое функция полезности и каковы формы их представления?

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Общие указания

Перед выполнением контрольной работы необходимо изучить соответствующие разделы дисциплины и ответить на вопросы для самопроверки. Для решения задач полезны сведения о расчетных формулах и справочных данных, которые можно найти в [1]. Контрольная работа включает 3 задания. Задания 1 и 2 – расчетные, в задании 3 необходимо ответить на один из вопросов программы по дисциплине. Номер выполняемого варианта соответствует последней цифре номера Вашей зачётной книжки.

Оформление контрольной работы осуществляется следующим образом:

титульный лист, текст задания, расчеты и выводы. При решении статистических задач в формулах следует пояснять приводимые буквенные значения. Если при выполнении заданий требуется построить графики, то они должны быть аккуратно выполнены на миллиметровой бумаге и тщательно проанализированы. По результатам расчетов, должны быть представлены выводы.

ВЕТРОВЫЕ НАГРУЗКИ

Задание 1

По данным о повторяемости скоростей ветра по градациям определить скоростные напоры ветра, возможные раз в 10 и 20 лет.

Пояснение к заданию 1

Как известно [1], статическая ветровая нагрузка, нормальная к поверхности сооружения или к его элементу, определяется по формуле

$$Q = C_x q,$$

где C_x – аэродинамический коэффициент, q – скоростной напор ветра (давление ветра на единицу поверхности в кг/м^2).

В соответствии с СНиП скоростной напор определяется по формуле

$$q = \frac{V^2}{16}.$$

Из формулы видно, что скорость ветра является метеорологической переменной, которая при определении ветровой нагрузки должна определяться как можно точнее, поскольку в формулу она входит в квадрате.

В результате занижения расчётных ветровых нагрузок по сравнению с действительными возникают аварии. При завышении ветровых нагрузок обеспечивается большой запас прочности проектируемого сооружения, но стоимость сооружения может увеличиться настолько, что превзойдет возможные убытки от аварии. Скорость ветра в формуле для определения ветрового напора принято называть расчётной скоростью ветра.

При определении ветровых нагрузок на сооружения в настоящее время руководствуются вероятностными показателями ветрового режима, частности, за расчетную скорость принимают максимальную скорость ветра с заданной обеспеченностью.

В зависимости от типа сооружения, предполагаемой продолжительности его эксплуатации может быть задана обеспеченность, с которой наблюдается большая скорость ветра и определен предел скорости, который может быть достигнут или превзойден в заданное число лет. Для получения максимальной скорости ветра раз-

личной вероятности интегральные кривые распределения скорости ветра экстраполируются в сторону их больших значений. Интегральные повторяемости рассчитываются либо по всей совокупности наблюдений за скоростями ветра, либо по ряду выборочных величин, состоящих из годовых или месячных максимумов.

При расчете по всей совокупности наблюдений за многолетний период в качестве аппроксимирующей функции принимается двухпараметрическое экспоненциальное распределение

$$F(v \geq x) = e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\gamma}$$

Здесь $F(x)$ есть вероятность (или повторяемость) того, что скорость ветра v достигнет или превзойдет величину x ; β и γ – параметры, отражающие особенности ветрового режима рассматриваемого района; β – близко к среднему значению переменной ряда; γ – характеризует относительное рассеяние членов ряда.

Если последовательность случайных величин ряда подчиняется закону распределения $F(x)$, то период повторения T – число лет, за которое наблюдалась величина, превосходящая x , определяется по формуле

$$T = \frac{1}{NF(x)}$$

Следовательно, интегральные повторяемости скоростей ветра, соответствующие заданным периодам повторения, можно найти по формуле

$$F(x) = \frac{1}{TN},$$

где N – число наблюдений в течение одного года.

Рассчитав значения функции $F(x)$, соответствующие различным периодам повторения максимумов T , можно определить значения больших скоростей ветра (возможных в заданное число лет). Для определения редко наблюдаемых скоростей ветра обычно строят график интегральной кривой распределения и экстраполируют её в сторону больших скоростей. При этом предполагается, что функция распределения скоростей ветра не изменяется. Экстраполяция кривой будет точнее, если её спрямить, построив в соответствующей системе координат.

Для указанной экспоненциальной функции такими координатами являются логарифм переменной и билогарифм функции.

Прологарифмировав дважды функцию $F(x)$, получим:

$$\ln [-\ln F(x)] = \gamma (\ln x - \ln \beta),$$

т.е. в указанных координатах получаем уравнение прямой линии.

Если эмпирические интегральные повторяемости достаточно хорошо описываются функцией $F(x)$, то точки, по которым они строятся в указанной системе координат, будут укладываться на прямую линию.

Задавая период повторения T или соответствующую ему интегральную вероятность $F(x)$ можно с помощью указанного графика определить расчётную скорость ветра, а по ней и ветровой напор, возможный раз в заданное число лет.

Рекомендации к выполнению задания

1. По выбранному варианту дифференциального распределения скоростей ветра (табл.1) найти интегральное распределение, показывающее повторяемость скоростей ветра выше определённого значения $F(x)$. Для этого последовательно суммируются дифференциальные повторяемости в различных градациях ветра, начиная от больших скоростей к меньшим. Полученные при этом накопленные повторяемости относятся к левым границам интервалов.
2. Для каждой пары значений скорости ветра x и соответствующей ей накопленной вероятности $F(x)$ рассчитываются натуральный логарифм скорости ветра $\ln(x)$, и билогарифм накопленной вероятности $\ln[-\ln F(x)]$. При этом, крайние точки интегрального распределения изымаются из рассмотрения.
3. Полученные данные наносятся на график, у которого по оси абсцисс откладываются билогарифмы накопленной вероятности, а по оси ординат – логарифмы скоростей ветра. По полученным точкам проводится линия регрессии.
4. Для нахождения расчётной скорости ветра, возможной раз в 10 или 20 лет необходимо найти значения интегральных вероятностей соответствующих этим периодам повторения $T = 10$ и $T = 20$ из соотношения

$$F(x) = \frac{1}{TN},$$

где $N = 1460$ (четырёхсрочные наблюдения).

5. Определить билогарифмы этих интегральных вероятностей, войти в график и по нему определить соответствующие значения логарифмов скорости ветра, а по ним, путём потенцирования и сами значения скоростей ветра, возможных раз в 10 и 20 лет.
6. Подставив полученные расчётные скорости в формулу для ветрового напора, определить его значения, возможные раз в 10 и 20 лет.

Варианты исходных данных для выполнения Задания 1

Таблица 1

Повторяемость (%) скоростей ветра по градациям

Номер варианта	Скорость ветра в м/с								
	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17
1	14.0	41.7	29.8	10.7	3.0	0.6	0.1	0.1	
2	30.1	34.0	23.3	8.8	2.8	0.5	0.3	0.1	0.1
3	33.8	44.7	14.6	4.8	1.0	0.5	0.3	0.2	0.1
4	35.8	46.7	15.6	1.8	0.1				
5	28.8	41.7	21.6	5.8	1.0	0.5	0.3	0.2	0.1
6	19.7	36.8	28.6	11.3	2.8	0.7	0.1		
7	13.2	40.0	29.2	12.9	3.8	0.8	0.1		
8	13.3	30.2	34.2	17.9	3.4	0.7	0.2	0.1	
9	8.8	31.0	30.9	17.6	8.4	2.3	0.7	0.2	0.1
0	18.4	31.0	31.1	14.4	4.1	0.8	0.1	0.1	

ОЦЕНКА АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Задание 2

Оценить условия тепло – и влагообеспеченности с/х культур в заданном районе.

Пояснение к заданию 2

В агрометеорологии широкое применение получили суммы температур как показатель, характеризующий в условных единицах количество тепла в данной местности за определенный период. Для сельскохозяйственной оценки термических ресурсов климата используются суммы температур за период года со средними суточными температурами выше 10°C – активные температуры. Они служат показателем обеспеченности теплом периода активной вегетации сельскохозяйственных культур. Этот показатель называется климатической суммой температур.

Расчёт сумм активных температур за вегетационный период проводится по средней месячной многолетней температуре воздуха. Для этого строится гистограмма годового хода температуры, которая представляет систему смежных прямоугольников, у которых основанием является число дней в месяце, а высота равна средней месячной температуре. Затем по срединам верхних оснований проводится кривая годового хода, по ней определяются весенняя и осенняя даты перехода температуры через 10°C и подсчитываются суммы средних суточных температур между этими датами. Сначала подсчитывается сумма активных температур за каждый полный месяц, входящий в вегетационный период. Для этого значения средних месячных температур умножаются на число дней в месяце. Затем определяются суммы температур за неполные месяцы, когда лишь часть дней входит в вегетационный период. Для этих месяцев в суммы температур подсчитываются по формулам: для месяца весеннего перехода температуры через 10°C

$$\sum t = \frac{t_{10} + t_k}{2} n_1,$$

для месяца осеннего перехода температуры через 10°C .

$$\sum t = \frac{t_H + t'_{10}}{2} n_2$$

где t_{10} , t'_{10} — среднемесячные температуры воздуха на даты весеннего и осеннего перехода температуры через 10°C соответственно, t_k , t_H — температуры на конец весеннего месяца и начало осеннего, n_1 и n_2 — число дней с температурой выше 10°C в весенний и осенний месяцы соответственно.

Для определения теплообеспеченности какой-либо культуры в данном районе надо знать потребность растений в тепле и климатическую сумму температур. Потребность растений в тепле выражается биологической суммой температур, под которой понимают сумму средних суточных температур воздуха за период вегетации данной культуры от начала роста до созревания. Так, для проса биологическая температура равна 1800°C , для кукурузы — 2900°C , для картофеля — 2000°C . Путём сопоставления биологической суммы температур с климатической (средней многолетней, можно определить вероятность их полного созревания. Для оценки обеспеченности вегетационного периода теплом необходимо воспользоваться табл. 2.

Таблица 2

Обеспеченность вегетационного периода суммой температур выше 10°C

Разность биологической и климатической сумм тепла, $^{\circ}\text{C}$	-500	-400	-300	-200	-100	0	100	200	300	400	500
Обеспеченность, %	99	95	92	80	66	50	32	18	10	3	1

С помощью данной таблицы можно определить тип сельскохозяйственных культур, которые целесообразно возделывать в данной местности. Обеспеченность их теплом должна быть не менее 80%.

Так, если для исследуемого района рассчитанная климатическая сумма температур оказалась равной 1700°C , тогда разность между биологической и климатической суммами, например для проса будет равна 100°C ($1800^{\circ}\text{C} - 1700^{\circ}\text{C}$). По величине разности, с помощью таблицы 2, можно определить вероятность созревания проса, она равна 32%. Это означает, что обеспеченность теплом в

данном районе является недостаточной и просо вызревает лишь 3 года из 10 лет.

Для оценки условий увлажнения территорий используется количество осадков за вегетационный период. Роль осадков в обеспечении растений влагой зависит не только от их количества, но и от расхода их на испаряемость. В агрометеорологии для оценки условий увлажнения полей используется ряд коэффициентов. Одним из них является гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (*ГТК*):

$$ГТК = \frac{r}{0,1 \sum t_{>10}}$$

где r – сумма осадков за период с температурой воздуха выше 10°C , мм; $\sum t_{>10}$ – сумма активных температур за тот же период.

Другой коэффициент увлажнения Д.И. Шашко (K) представляет собой отношение годовой суммы осадков $\sum r$ (мм) к сумме дефицита насыщения за год $\sum d$ (гПа)

$$K = \frac{\sum r}{\sum d}$$

В этих формулах $0,1 \sum t_{>10}$ и $\sum d$ косвенно характеризуют испаряемость.

В табл. 3 приведены значения *ГТК* и K для разных зон увлажнения. Для оценки условий увлажнения данной местности рассчитываются эти коэффициенты и по табл. 3 определяются, к какой зоне увлажнения относится данная территория.

Таблица 3

Оценка климата по условиям увлажнения

Зона увлажнения	<i>ГТК</i>	K	Зона увлажнения	<i>ГТК</i>	K
Избыточно влажная	>1,6	>0,60	Засушливая	1,0–0,7	0,35–0,25
Влажная	1,6–1,3	0,60–0,45	Очень засушливая	0,7–0,4	0,25–0,15
Слабо засушливая	1,3–1,0	0,45–0,35	Сухая	<0,4	0,15–0,10

Рекомендации к выполнению задания

В задании необходимо определить (для своего варианта) вероятность созревания с/х культур – проса, кукурузы, картофеля и оценить условия увлажнения территории на основе данных представленных в табл. 4.

1. По данным о среднемесячных температурах воздуха построить гистограмму годового хода температуры и провести кривую годового хода.
2. Определить даты перехода температуры через 10°C и рассчитать сумму температур выше 10°C – климатическую сумму тепла.
3. Используя вышеупомянутые известные значения биологических сумм температур для проса, кукурузы и картофеля, оценить с помощью табл. 2 обеспеченность их созревания в рассматриваемых условиях.
4. По среднемесячным значениям количества осадков найти их сумму за вегетационный период (по аналогии с нахождением сумм температуры).
5. Рассчитать гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова и сделать вывод об условиях увлажнения территории.
6. Определить годовые суммы осадков и дефицита насыщения, рассчитать коэффициент Д.И. Шашко и сделать вывод об условиях увлажнения территории.

ВАРИАНТЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ 2

Таблица 4

Средние месячные значения температуры воздуха ($t^{\circ}\text{C}$), осадков (г мм), дефицита насыщения (д гПа)

Номер варианта	Характеристика	месяцы											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0	$t^{\circ}\text{C}$,	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	г,мм	-11.1	-10.4	-5.4	1.36	7.6	13.6	15.7	14.1	8.9	2.9	-2.6	-7.2
	д, гПа	31	25	29	35	45	56	69	81	77	57	47	37
1	$t^{\circ}\text{C}$,	0.4	0.5	1.1	2.2	4.4	5.9	5.5	3.9	2.2	1.2	0.6	0.5
	г,мм	-9.0	-9.6	-5.5	1.4	8.	13.7	16.7	14.8	9.4	3.8	-1.3	-6.0
	д, гПа	39	31	27	37	35	48	63	70	66	63	61	53
2	$t^{\circ}\text{C}$,	0.5	0.5	1.0	1.9	4.3	5.8	5.8	4.1	2.1	1.3	0.7	0.5
	г,мм	-7.9	-8.6	-4.6	2.1	9.1	14.7	17.4	15.5	10.4	4.6	-0.5	-5.2
	д, гПа	48	39	37	44	46	60	73	88	85	75	73	59
3	$t^{\circ}\text{C}$,	0.5	0.5	1.0	2.0	4.5	6.1	6.3	4.6	2.5	1.4	0.7	0.5
	г,мм	-7.8	-7.8	-3.9	3.1	9.8	15.0	17.8	16.0	10.9	4.9	-0.3	5.0
	д, гПа	38	35	32	38	46	62	68	82	66	58	51	44
4	$t^{\circ}\text{C}$,	0.5	0.6	1.1	2.5	5.1	6.7	6.6	5.0	2.8	1.5	0.8	0.6
	г,мм	-8.7	-8.7	-4.3	3.3	10.4	15.2	17.3	15.4	10.3	4.2	-0.9	-5.9
	д, гПа	32	27	29	39	45	67	78	77	66	52	51	37
5	$t^{\circ}\text{C}$,	0.5	0.5	0.3	2.2	5.0	6.2	5.8	4.3	2.4	1.2	0.6	0.5
	г,мм	-7.8	-7.5	-3.4	4.2	11.3	15.5	17.4	15.7	10.9	5.3	0.0	-4.5
	д, гПа	32	29	30	38	46	67	79	77	68	49	48	40
6	$t^{\circ}\text{C}$,	0.5	0.6	1.0	2.6	5.5	6.9	6.2	4.8	2.8	1.4	0.7	0.5
	г,мм	-12.9	-12.5	-8.0	-9.0	6.0	12.4	15.6	13.6	7.9	1.5	-4.1	-9.5
	д, гПа	35	30	30	31	46	62	64	67	69	63	51	42
		0.3	0.4	0.8	1.8	3.7	5.7	6.0	4.0	1.9	0.9	0.5	0.4

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
7	t ⁰ C,	-15.6	-14.1	-7.7	1.0	7.6	14.0	16.7	14.0	7.8	0.3	-6.7	-12.9
	r, мм	30	22	27	35	49	56	74	65	67	5	42	35
	d, гПа	0.3	0.4	1.0	2.4	4.7	7.0	6.7	4.5	2.1	1.0	0.5	0.4
8	t ⁰ C,	-10.6	-10.8	-6.9	-1.0	4.5	10.5	13.8	13.1	8.4	2.2	-2.8	-7.1
	r, мм	21	17	18	24	33	55	53	64	57	46	36	24
	d, гПа	0.4	0.4	0.8	1.4	2.6	4.1	4.2	3.3	2.0	1.1	0.6	0.5
9	t ⁰ C,	-12.6	-11.6	-5.9	2.3	9.6	14.9	16.8	15.0	9.1	2.5	-3.5	-8.9
	r, мм	35	26	29	35	51	69	74	71	65	52	41	40
	d, гПа	0.4	0.5	0.9	2.2	4.8	5.9	5.5	4.1	2.2	1.1	0.6	0.4

Задание 3

Номер варианта	Вопросы
1	Что такое стандартные и специализированные показатели и как они используются при решении задач прикладной метеорологии? Привести примеры.
2	Как осуществляется климатический прогноз и какие специализированные показатели получают на его основе?
3	Как определяются гололёдные нагрузки на низкие и высокие сооружения?
4	Как определяются снеговые нагрузки и объёмы снегопереносов?
5	Какая климатическая информация используется для целей ветроэнергетики и как оцениваются эксплуатационные параметры ветроэнергетических установок?
6	Какие гидрометеорологические условия являются опасными и особо опасными для морских судов и как они учитываются в мореплавании?
7	Что такое тепловой комфорт и каковы методы его оценки?
8	В чём заключается оценка климата для целей сельскохозяйственного производства?
9	Опишите неблагоприятные для сельского хозяйства метеорологические явления и меры борьбы с ними.
0	Опишите примеры воздействия метеорологических факторов на хозяйственную деятельность и приведите числовые оценки, позволяющие судить о степени влияния погоды и климата на экономику.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Общие указания	3
Литература	4
Указания по разделам	4
Метеорологическая информация, используемая для принятия хозяйственных решений и методы её получения	4
Использование метеорологической информации в строительстве	5
Использование метеорологической информации в энергетике	5
Использование метеорологической информации для наземного и морского транспорта	6
Использование метеорологической информации в здравоохранении	6
Использование метеорологической информации для сельского хозяйства ..	7
Метеорологическая информация и экономические решения	7
Контрольная работа	8
Задание 1	9
Задание 2	13
Задание 3	19

Учебное издание

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ по дисциплине «ПРИКЛАДНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ – ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ»

Составители: Николай Фёдорович Белов,
Игорь Александрович Смирнов

Редактор И.Г. Максимова

ЛР № 020309 от 30.12.96.

Подписано в печать 07.08.06. Формат 60х90 1/16. Гарнитура Times New Roman.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл.печ.л. 1,3. Уч.-изд.л. 1,3. Тираж 200 экз. Заказ № 66
РГГМУ, 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., 98.
ЗАО «НПП «Система», 195112, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., 80/2..
