



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»
(СГУ)**

С.Н.Лапина

**Методические рекомендации к проведению учебной
практики по производству метеорологических наблюдений,
синоптическому анализу и прогнозу погоды**

Для студентов, обучающихся по направлению 05.03.05. «Прикладная гидрометеорология».

Саратов
2019

Методические рекомендации к проведению учебной практики студентов-метеорологов 3 курса очной формы обучения в Учебном центре по гидрометеорологии СГУ

Учебная рассредоточенная практика предусмотрена учебным планом для студентов бакалавров 3 курса в 5 и 6 семестрах и проводится в виде дежурств в Учебном центре по гидрометеорологии. Дежурства осуществляются студентами под руководством преподавателя по специальному графику.

Цель практики – закрепление знаний и навыков практических работ, приобретенных в процессе аудиторных занятий в курсе «Синоптическая метеорология» и «Специальные методы анализа и прогноза погоды» а также приобретение навыков в оперативной работе на предстоящей производственной практике. Ознакомление с содержанием и объемом работы инженера синоптика, а также руководящими документами, регламентирующими эту работу.

Задачи выполняемых работ:

1. Качественное оформление всего синоптического материала.
2. Трехмерный физический анализ синоптических объектов, анализ синоптических процессов.
3. Анализ условий погоды у земли и на высотах и их изменений во времени в процессе развития.
4. Обучение творческому подходу к прогнозу синоптического положения, составлению суточного прогноза погоды и оценке его оправдываемости.

Распорядок работы студентов в учебном центре следующий:

Используя комплект карт за текущий день (приземную карту погоды за 00 ч. или 03 ч., кольцевую карту за 03ч. или 06ч., карты АТ850, 700, 500,

OT₁₀₀₀⁵⁰⁰ и прогностическую карту на 24ч. или 36ч.), полученных инженером через Интернет сайт ГВЦ Росгидромета, студенты приступают к работе.

В 5 семестре студенты осваивают операции оформления приземной и высотных карт погоды. Акцентируется внимание студентов на назначение каждой из карт. В первые же дежурства необходимо выработать у студентов критический подход к используемому материалу, умению находить и исправлять ошибки в информации, нанесенной на картах.

Студенты анализируют барическое поле на приземной карте и картах барической топографии (БТ), изучают трехмерную структуру циклонов и антициклонов, барических ложбин и гребней, оценивают термическую структуру барических образований.

По высотным картам и OT₁₀₀₀⁵⁰⁰ дается анализ высотной фронтальной зоны (ВФЗ), рассматривается связь ее с фронтами у поверхности Земли. Дается географическая классификация атмосферных фронтов и определяется характер воздушных масс, которые разделяются фронтами, оцениваются термические и влажностные свойства воздушных масс и характер погоды в разных воздушных массах по приземной карте.

По картам БТ определяется скорость и направление ведущего потока и тенденция смещения фронтов, циклонов и антициклонов, рассчитывается скорость их перемещения у поверхности земли с учетом коэффициента трения.

Сравнивая положение синоптических объектов на фактической приземной карте с их положением на прогностической карте погоды, т.е. через сутки, необходимо оценить эволюцию циклона и антициклона, обострение или размывание атмосферных фронтов над различными физикогеографическими районами, делая акцент на особенности синоптического процесса и тенденцию его изменения (указать причину) в Среднем и Нижнем Поволжье. При составлении обзора погоды в районе изучения необходимо описать:

1. Характер ветра, особенно изменение его направления во времени;

2. Изменение давления, следить за барической тенденцией;
3. Наличие или отсутствие осадков;
4. Наличие или отсутствие других явлений погоды;
5. Изменение температуры воздуха.

Завершающий этап работы- составление суточного (на 24ч.) прогноза погоды по Саратову. Суточный прогноз составляется с 18ч. текущего до 18ч. последующего дня с разделением на ночь (с 18ч. до 06ч.) и день (с 06ч. до 18ч.). период действия прогноза погоды на ночь и день ограничивается, соответственно, временем утреннего и вечернего измерения осадков. Если характер погоды в течение прогнозируемого периода ожидается однородным, то прогноз погоды на сутки дается общим текстом. В прогнозах указывается: облачность, осадки, атмосферные явления, направление и скорость ветра, минимальная температура (ночью) и максимальная температура (днем).

При составлении суточных прогнозов погоды должна использоваться следующая терминология. (табл. 1,2,3,4,5)

Таблица 1. Термины, применяемые в прогнозах облачности.

Термины	Количество облаков в баллах
Ясно, ясная погода, малооблачно, малооблачная погода, небольшая облачность, солнечная погода	До 3- для облачности среднего и / или нижнего яруса или любое количество облаков верхнего яруса
Переменная (меняющаяся) облачность	От 1-3 до 4-7- для нижнего и (или) среднего яруса
Облачно с прояснениями, облачная погода с прояснениями	4-7- для нижнего или среднего яруса / или сочетание облаков среднего и нижнего яруса общим количеством до 7 среднего яруса
Облачно, облачная погода, значительная облачность, пасмурно, пасмурная погода	8-10- для нижнего яруса или плотных, непросвечивающих форм облаков среднего яруса

Если в течение полусуток ожидается значительное изменение количества облаков, то допускается использовать две характеристики облачности, а также применять слова «уменьшение» или «увеличение».

Пример. Утром малооблачно, днем увеличение облачности до значительной.

Термины, применяемые в прогнозах осадков

В прогнозах погоды используются термины, характеризующие факт наличия или отсутствия осадков, при наличии осадков - их вид (фазовое состояние), количество и продолжительность.

Таблица 2. Термины, применяемые в прогнозах жидких и смешанных осадков и соответствующие им количественные характеристики.

Термины	Количество осадков за 12 ч, мм
Без осадков, сухая погода	-
Небольшая дождь, слабый дождь, морось, морозящие осадки, небольшие осадки	0,0-2
Дождь, дождливая погода, осадки, мокрый снег, дождь со снегом, снег, переходящий в дождь; дождь, переходящий в снег	3-14
Сильный дождь, ливневый дождь (ливень); сильные осадки, сильный мокрый снег, сильный дождь со снегом, сильный снег с дождем	15-49
Очень сильный дождь, очень сильные осадки (очень сильный мокрый снег, очень сильный дождь со снегом, очень сильный снег с дождем)	≥ 50

Таблица 3. Термины, применяемые в прогнозах твердых осадков и соответствующие им количественные характеристики.

Термины	Количество осадков за 12 ч, мм
Без осадков, сухая погода	-
Слабый снег, небольшой снег	0,0-1
Снег, снегопад	2-5
Сильный снег, сильный снегопад	6-19

Очень сильный снег, очень сильный снегопад	≥ 20
--	-----------

Для характеристики вида осадков (жидкие, твердые, смешанные) применяются термины: «дождь», «снег», «осадки». Термин «осадки» можно применять только с обязательным дополнением одного из терминов, приведенных в таблице 4.

Таблица 4. Термины, применяемые в прогнозах смешанных осадков

Термины	Характеристика смешанных осадков
Дождь со снегом	Дождь и снег одновременно, но преобладает дождь
Мокрый снег	Снег и дождь одновременно, но преобладает снег; тающий снег
Снег, переходящий в дождь	Сначала ожидается снег, а затем дождь
Дождь, переходящий в снег	Сначала ожидается дождь, а затем снег
Снег с дождем	Чередование снега и дождя с преобладанием снега

Если в прогнозах указывается малооблачная погода или небольшая облачность, то термин «без осадков» разрешается не указывать.

Термины, применяемые в прогнозах явлений погоды

В прогнозы погоды необходимо включать следующие из ожидаемых явлений погоды: осадки (дождь, снег), грозу, град, шквал, туман, гололед, изморозь, налипание (отложение) мокрого снега на провода и деревья, поземок, метель, пыльная (песчаная) буря, а также гололедица на дорогах и снежные заносы на дорогах.

Термины, применяемые в прогнозах ветра

В прогнозах погоды указывается направление ветра в четвертях

горизонта (откуда ветер дует) северо-восточный, южный, юго-западный и т.д. и скорость с интервалом не более 5 м/с и максимальная скорость при порывах, если они ожидаются.

Примеры: Ветер северный 7–12 м/с с порывами до 17 м/с.

Ветер южный 3–8 м/с с переходом во второй половине дня на западный с усилением при порывах до 15 м/с. При слабом ветре (скорость ≤ 5 м/с) разрешается не указывать направление или использовать термин «слабый переменных направлений».

При прогнозах шквала направление ветра также не указывают, а применяют выражение «шквалистое усиление»

Пример: При грозе ожидается шквалистое усиление ветра до 25 м/с

Таблица 5 Качественные характеристики скорости ветра и соответствующие им количественные значения скоростей

Характеристика	Скорость, м/с
Слабый	0–5
Умеренный	6–14
Сильный	15–24
Очень сильный	25–32
Ураганный	33 и более

В прогнозах погоды, передаваемых пользователям информации, одновременно с количественным значением ожидаемой скорости ветра разрешается применять качественную ее характеристику с использованием таблицы 5, учитывая, что прогнозируемое значение скорости ветра должно находиться внутри соответствующего диапазона скорости.

Пример: 1. Ветер с прогнозируемой скоростью 7–12 м/с имеет качественную характеристику «умеренный», т.к. 12 м/с входит в диапазон скорости 6–14 м/с.

2. Ветер с прогнозируемой скоростью 12–17 м/с имеет качественную характеристику «сильный», т.к. 17 м/с входит в диапазон скорости 15–24 м/с

Термины, применяемые в прогнозах температуры воздуха

В суточных прогнозах погоды указывают минимальную температуру воздуха ночью и максимальную температуру воздуха днем градациями с интервалом для города 2° . При использовании терминов «повышение» или «понижение», «усиление» («ослабление») морозов, прогнозируемое значение температуры допускается указывать одним числом с предлогом «до».

Пример: Температура вечером минус 10 – минус 12°C , к утру мороз ослабнет до минус 2°C .

Температура воздуха днем минус 5 – минус 7°C , к вечеру понизится до минус 13°C . Температура воздуха ночью 1– 3°C при прояснениях до минус 2°C .

Примеры формулировки прогнозов погоды по Саратову.

1. Переменная облачность, ночью дождь, гроза. Ветер юго-западный 5–10 м/с, температура ночью 15– 17°C , днем 24– 26°C .
2. Облачно с прояснениями, снег. Ветер юго-западный, западный 5–10 м/с, температура ночью минус 7 – минус 9° , днем минус 5 – минус 7° .
3. Пасмурно. Снег, туман гололед. Ветер северо-западный 10–15 м/с, порывы до 18 м/с. Температура ночью минус 9 – минус 11°C , днем минус 1 – минус 3°C .
4. Облачно с прояснениями, ночью снег, днем небольшой снег, метель. Ветер северо-западный 5–10 м/с порывы до 14 м/с. Температуру ночью и днем минус 7 – минус 9°C .

Оценка оправдываемости суточных краткосрочных прогнозов погоды.

После окончания срока действия суточного краткосрочного прогноза делается оценка его успешности, основным показателем которой является оправдываемость.

Оправдываемость прогноза есть степень соответствия (с определенными установленными допусками) прогностических и фактически

наблюдающихся на метеостанции метеовеличин и явлений.

Прогноз оценивается в целом, но каждая метеовеличина и каждое явление оправдывается самостоятельно. Оценка проводится следующим образом.

1. По срокам наблюдений на метеостанциях выписываются все значения метеовеличин и явлений и сопоставляются с их прогностическими значениями. Не допускаются пропуски или частичная выборка.

2. Производится расчет критериев.

Общая оправдываемость единичного суточного прогноза ($P_{\text{нп}}$) дается в %, вычисляясь как среднее из значений оправдываемости температуры (P_t), осадков ($P_{\text{ос}}$), явлений ($P_{\text{яв}}$), ветра (P_v) по формуле:

$$P_{\text{нп}} = \frac{(P_t + P_{\text{ос}} + P_{\text{яв}} + P_v)}{4}$$

Прогноз всех величин и явлений (кроме количества осадков) оценивается в альтернативной форме: прогноз оправдался- 100% или не оправдался – 0%.

Оправдываемость прогноза температуры (табл. 6) производится альтернативно с допуском. Если фактически наблюдаемая температура отличалась от прогнозируемой не более чем на 2° , оправдываемость прогноза температуры равна 100%. Если же отличие от прогнозируемой было более чем на 2° , то P_t равна 0%. Оправдываемость количества осадков $P_{\text{ос}}$ % проводится с помощью таблиц 7,8.

Таблица 6. Оправдываемость прогноза температуры воздуха

Отклонение фактической температуры от прогнозируемой	$\leq 2^{\circ}$	$> 2^{\circ}$
Оправдываемость	100 %	0 %

Таблица 7. Пример оправдываемости прогноза количества жидких и смешанных осадков

Прогноз количества осадков за 12 ч., мм	Фактические осадки за 12 ч., мм				
	без осадков	0-1	2-5	6-19	≥ 20
без осадков	100%	50%	0%	0	0
небольшие осадки (0-2)	50%	100%	50%	0	0
умеренные (3-14)	0	50%	100%	50%	0
сильные (15-49)	0	0	50%	100%	50%
очень сильные ≥ 50	0	0	0	50%	100%

Таблица 8. Оправдываемость прогноза количества твердых осадков

Прогноз количества осадков за 12 ч.мм	Фактические осадки за 12 ч.мм				
	Без осадков	0,0-1	2-5	5-19	> 20
Без осадков	100%	50%	0	0	0
0,0-1	50%	100%	50%	0	0
2-5	0	50%	100%	50%	0
6-19	0	0	50%	100%	50%
> 20	0	0	0	50%	100%

Прогноз явлений погоды оценивается по факту их наличия или отсутствия. Оценке подлежат следующие атмосферные явления: осадки, метели (в том числе низовые) пыльные бури, шквалы, туманы, грозы, град, гололед, изморозь, налипание мокрого снега. Факт наличия осадков (независимо от их фазы) характеризуют осадки, начиная с 0,0 мм за 12 ч. Если в прогнозе указывалось несколько явлений (гроза град шквал), то следует определить оправдываемость прогноза каждого явления, а затем рассчитать их среднюю оправдываемость по формуле

$$\bar{P}_{\text{яв}} = \frac{1}{i} \sum_{i=1}^i P_{\text{яв}},$$

где $P_{\text{яв}}$ – оправдываемость каждого из прогнозируемых явлений погоды в %; i –

количество прогнозируемых явлений.

Например в прогнозе указывался снег, метель, гололед. На метеостанции же отмечены были- снег и гололед, оправдываемость которых в сумме составила 200%. Прогноз метели не оправдался (%), она не наблюдалась. Тогда средняя оправдываемость прогнозируемых в пункте явлений будет равна

$$\bar{P}_{\text{яв}} = \frac{200}{3} = 67\%$$

При установлении успешности прогноза ветра, оценке подлежит только скорость ветра. Сравнивается прогностическая величина скорости с фактически наблюдающейся максимальной (включая порывы). Прогноз ветра считается оправдавшимся ($P_v=100\%$) при условии, что отклонение от прогнозируемой не превышает 2 м/с. В противном случае $P_v=0\%$.

Примеры:

1. В прогнозе предусматривалось скорость 7-12 м/с; прогноз считается оправдавшимся, если фактические значения скорости находятся в интервале от 5 до 14 м/с.

2. В прогнозе предусматривалось скорость 17-22 м/с; прогноз считается оправдавшимся, если фактические значения скорости находятся в интервале от 15 до 24 м/с.

3. В прогнозе предусматривалась скорость ветра 9-14 м/с с порывами до 22 м/с. Оценку прогноза скорости ветра следует производить по максимальной скорости (при порыве 22 м/с). Прогноз считается оправдавшимся, если фактическая скорость ветра была в интервале от 15 до 24 м/с.

Таким образом, общая оценка оправдываемости прогноза погоды может выглядеть следующим образом:

$$P_{nn} = \frac{100\% + 50\% + 100\% + 100\%}{4} = 87\%.$$

Краткосрочные прогнозы погоды по пункту оцениваются отдельно для дня P_d и ночи P_n . Оправдываемость суточного прогноза $P_{сп}$ определяется как среднее из них:

$$P_{сп} = \frac{P_d + P_n}{2} \%$$

Примеры оправдываемости суточных прогнозов погоды

1. Прогноз

Облачно с прояснениями, без существенных осадков. Ночью и утром туман, гололед. Ветер южный, юго-восточный 6-11 м/с с порывами до 15 м/с. Температура ночью 0 - 2⁰С, днем 6 - 8⁰С.

Фактическая погода

На метеостанции в разные сроки наблюдений в течение суток отмечались: Облачность переменная (3-8 баллов), туман, гололед, ветер южный ночью и днем 7-12 с порывами до 16 м/с. Минимальная температура ночью минус 2⁰С, максимальная днем 5⁰С. Оправдываемость прогнозов составила:

$$P_{nn} = \frac{100\% + 100\% + 100\% + 100\%}{4} = 100\%,$$

$$P_{nd} = \frac{100\% + 100\% + 100\% + 100\%}{4} = 100\%,$$

$$P_{сп} = \frac{100 + 100}{2} = 100\%$$

2. Прогноз

Облачно с прояснениями, умеренный дождь, днем гроза, град. Ветер северо-западный 6-11 м/с с порывами до 18 м/с, при грозе до 25 м/с. Температура ночью 7 - 9⁰С, днем 15 - 17⁰С.

Фактическая погода отмеченная на метеостанции. Облачность 4-7 баллов, ночью небольшой (2 мм) днем умеренный (4 мм) дождь, ветер северо-западный 8-13 м/с ночью порывы до 15 м/с, днем до 18 м/с. Минимальная температура ночью 7⁰С, максимальная днем 16⁰С. Оправдываемость прогнозов:

$$P_{\text{нн}} = \frac{100\% + 100\% + 100\% + 0\%}{4} = 75\%,$$

$$P_{\text{нд}} = \frac{100\% + 100\% + 0\% + 100\%}{4} = 75\%,$$

$$P_{\text{сп}} = \frac{75 + 75}{2} = 75\%$$

3. Прогноз

Значительная облачность, снег, метель. Ветер юго-восточный 7-12 м/с с порывами до 17 м/с. Температура ночью минус 9 - минус 11⁰С, днем минус 6 - минус 8⁰С.

Фактическая погода

Облачность 10 баллов, снег, метель. Ветер восточный, юго-восточный ночью 5-10 м/с порывами до 12 м/с, днем 9-14 м/с с порывами до 16 м/с. Минимальная температура ночью минус 12, максимальная днем –минус 7⁰С. Оправдываемость прогнозов составила:

$$P_{\text{нн}} = \frac{100\% + 100\% + 100\% + 0\%}{4} = 75\%,$$

$$P_{\text{нд}} = \frac{100\% + 100\% + 100\% + 100\%}{4} = 100\%,$$

$$P_{\text{сп}} = \frac{75 + 100}{2} = 87\%$$

4. Прогноз на день

Переменная облачность дождь, гроза. Ветер западный 10-12 м/с с при грозе усиление до 17 м/с. Температура воздуха 24 - 26⁰С.

Фактическая погода

Облачность от 1-3 до 5-7 баллов, дождь, гроза. Ветер юго-западный 10-12 м/с с порывами до 15 м/с. Максимальная температура воздуха 29⁰С.

Оправдываемость прогноза составила:

$$P_{нд} = \frac{0\% + 100\% + 100\% + 100\%}{4} = 75\%,$$

Распорядок работы дежурной смены студентов 3 курса в 6 семестре.

Дежурство студентов в учебном центре, в соответствии с количеством часов, предусмотренных на учебную практику в 6 семестре, ориентировочно может проходить по следующему графику.

В первый день недели учебной практики 2 студента после аудиторных занятий приступают к работе в учебном центре (условно 1 смена). Как и в 5 семестре, обрабатывается и анализируется комплект синоптических карт, принятых в режиме реального времени по сети интернет, но с большим акцентом на особенности синоптических процессов Саратовской области и снежных регионов.

По этому материалу с учетом прогностической карты составляется суточный прогноз погоды по Саратову. С методикой анализа синоптических процессов, порядком выпуска и терминологией прогнозов погоды студенты уже знакомы на практике в 5 семестре (см. выше).

Следующие 2 студента приступают к практике на второй день учебной недели (условно 2 смена).

1. Дежурство этих студентов в учебном центре начинать с изучения фактической погоды, отраженной на экране текущей погоды по данным измерительного блока автоматического метеокомплекса. Автоматическая работа станции позволяет получать непрерывный ход основных

метеозаэлементов в визуализированном виде и сравнивать соответствие ранее разработанного студентами прогноза погоды с фактическим режимом текущего дня.

2. Студенты приступают к оценке оправдываемости суточного прогноза погоды, составленного предыдущими дежурными. Оценку следует производить в соответствии с методическими указаниями по оправдываемости суточных прогнозов погоды, для чего их необходимо тщательно изучить. (см. выше)

Ознакомившись с содержанием прогноза погоды записанного в журнале, приступить к оценке оправдываемости каждой метеорологической величины и явления, сопоставляя с их фактическими значениями. В журнале «Текущая погода по данным автоматической метеостанции WS» в соответствующие числа и сроки можно найти нужные значения метеовеличин и наличие явлений. Желательно дополнительно использовать свои визуальные наблюдения за погодой по дороге в университет утром и днем в перерывах, выходя на улицу, за количеством и формой облаков, наличием или отсутствием дымки, тумана, вида осадков, силой ветра и др.

3. Оценив оправдываемость (в%) каждой метеовеличины и явления, вывести среднюю оправдываемость прогноза погоды для ночи и для дня, а затем рассчитать и среднюю общую суточную оправдываемость в %.

$$P_{nc} = \frac{P_{nн} + P_{нд}}{2}$$

Отметить в журнале прогнозов оценку оправдываемости. Следует вспомнить: прогноз погоды оценивается для ночи и дня отдельно.

Период действия прогноза на ночь и на день ограничивается временем соответственно утреннего и вечернего измерения осадков. Обычно ночь считается с 18 до 06 часов, день - с 06 до 18 часов.

На третий и четвертый дни недели следует поменять смены. Студенты 2 смены будут составлять (выпускать) прогноз погоды, студенты 1 смены его оправдывать (оценивать). В последующие недели учебную практику в виде дежурств попеременно должны пройти все студенты.

За время, отведенное на практику - 48 часов, в зависимости от количества студентов в группе, на каждого из них придется 3-4 дежурства в семестре в Учебном центре по гидрометеорологии.

По окончании учебной практики студент в каждом семестре сдает на кафедру итоговый письменный отчет, который оценивается руководителем практики.

Используемая литература:

1. Воробьев В.И. Основные понятия синоптической метеорологии. Учебное пособие - СПб.: изд. РГГМУ, 2003
2. Лапина С.Н. Учебно-метеорологическое пособие по дисциплине «Экономическая метеорология». Саратов: «Экспресс тиражирование» 2018
3. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения. Руководящий документ 52.27.724- 2009.
4. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды, ч.І – Л.: Гидрометеоиздат, 1986
5. Хандожко Л.А. Экономическая метеорология. - СПб.: Гидрометеоиздат, 2005