

**Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:**

*Вологжина С.Ж., Сафонова Е.В.* Оценка загрязнения атмосферного воздуха Южного Прибайкалья выбросами промышленных предприятий // Географический вестник = Geographical bulletin. 2018. №2(45). С. 128–138. doi 10.17072/2079-7877-2018-2-128-138

**Please cite this article in English as:**

*Vologzhina S.Zh., Safonova E.V.* The assessment of air pollution of the Southern Baikal area by emissions of industrial enterprises // Geographical bulletin. 2018. №2(45). P. 128–138. doi 10.17072/2079-7877-2018-2-128-138

УДК 632.914

DOI 10.17072/2079-7877-2018-2-138-144

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА  
ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА****Людмила Николаевна Ермакова**

ORCID ID: 0000-0002-0890-4448, Researcher ID: V-3898-2017, SPIN-код: 3190-8770, Author ID: 119322

e-mail: lnermak@psu.ru

*Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь***Дарья Владимировна Машьянова***Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь*

Рассматриваются результаты прогноза температуры воздуха по г. Перми с применением нескольких расчетно-статистических методов. Анализируется оправдываемость методов прогноза температуры воздуха при разных синоптических ситуациях. Выявлены наиболее приемлемые методы прогноза при конкретных синоптических ситуациях. Сопоставляются результаты прогноза температуры воздуха по месяцам. Установлено, что при прохождении через пункт прогноза тёплых атмосферных фронтов лучше оправдываются прогнозы минимальной температуры воздуха, если давление в центрах циклонов не превышает 995–1003 гПа. При прохождении холодных атмосферных фронтов прогноз становится менее успешным при увеличении скорости смещения циклонов до 6–16 м/с в сочетании с давлением в центрах циклонов менее 995–997 гПа. Рекомендуется использовать в качестве вспомогательного один из расчетно-статистических методов прогноза в зависимости от ожидаемой синоптической обстановки.

Ключевые слова: экстремальная температура воздуха, прогноз температуры воздуха, синоптическая ситуация, оправдываемость прогноза.

**COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE METHODS FOR AIR TEMPERATURE  
SHORT-TERM FORECASTING****Lyudmila N. Ermakova**

ORCID ID: 0000-0002-0890-4448, Researcher ID: V-3898-2017, SPIN-cod: 3190-8770, Author ID: 119322

e-mail: lnermak@psu.ru

*Perm State University, Perm***Darya V. Mashyanova***Perm State University, Perm*

The paper discusses the results of air temperature forecasting in Perm with the use of several calculation and statistical methods. The reliability of the air temperature forecasting methods at different synoptic situations is analyzed. The most appropriate methods for specific synoptic situations are identified. The air temperature forecast results are compared by months. It has been established that in case warm atmospheric fronts are passing through the forecast point, minimum air temperature predictions are more correct if the pressure in

the centers of cyclones does not exceed 995-1003 hPa. With the passage of cold fronts, the forecast becomes less successful with the speed of cyclone displacement increasing to 6-16 m/s and pressure in the centers of cyclones being less than 995-997 hPa. It is proposed to use one of the current statistical methods of forecasting as support depending on the expected synoptic situation.

Keywords: minimum and maximum air temperature, air temperature forecast, weather situation in the forecast point, accuracy of forecast.

### Введение

Очень широкий круг потребителей интересуется прогнозом погоды. Населению интересен прогноз погоды общего назначения, т.е. публикуемый для общего сведения и не имеющий какой-либо специфики. Важнейшим направлением деятельности Росгидромета является специализированное гидрометеорологическое обслуживание. Специализированные прогнозы ориентированы на конкретного пользователя и предназначены для защиты жизнедеятельности от воздействия опасных погодных-климатических условий и эффективной хозяйственной деятельности. Таким образом, прогнозы погоды имеют большое экономическое значение для современного общества [3, 8].

Изучением и разработкой методов прогноза погоды занимались и занимаются И.Н. Русин, М.И. Юдин, Л.Е. Федулова, О.П. Глазова, К.М. Шанталинский, Ю.Г. Хабутдинов, Л.В. Беркович, Н.К. Барашкова, Л.И. Кижнер, И.В. Кужевская и др. [1, 2, 5, 9, 10].

Успешность современных краткосрочных прогнозов погоды достаточно высокая, однако есть и не оправдавшиеся прогнозы, особенно в случаях аномальных погодных проявлений. Поэтому исследования в данной области остаются актуальными и в настоящее время.

В статье рассматриваются некоторые расчетно-статистические методы краткосрочного прогноза температуры воздуха. Такой прогноз разрабатывается на период времени, в течение которого происходят преимущественно количественные изменения объекта прогнозирования. Период упреждения этих прогнозов – от 12 до 72 ч.

Цель исследования – сравнительный анализ результатов прогноза температуры воздуха по г. Перми с применением разных прогностических подходов. Для достижения цели были проанализированы результаты прогноза температуры воздуха методами Л.Е. Федуловой по ведущему потоку и данным поверхности 850 гПа, О.П. Глазовой и синоптическим методом (представляет собой окончательное решение синоптика); оправдываемости методов прогноза температуры воздуха при разных синоптических ситуациях.

### Материалы и методы исследования

Исследовательская часть работы выполнена с использованием метеорологической информации за 2014 г. из архива данных Пермского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМС):

- синоптические карты за срок 00 ч ВСВ;
- результаты прогноза температуры воздуха Пермского ЦГМС методами О.П. Глазовой, Л.Е. Федуловой по ведущему потоку и по данным поверхности 850 гПа, синоптическим методом.

В основе метода О.П. Глазовой лежит учёт адвективных, трансформационных, периодических изменений температуры воздуха и облачности [6]. Для каждого месяца и разных состояний неба (ясно, 8 баллов облачности нижнего яруса, 10 баллов облачности верхнего яруса, переменная облачность и т.д.) построены графики суточного хода температуры.

В основу метода Л.Е. Федуловой положена связь температуры воздуха у поверхности земли с характером приземного барического поля и поля геопотенциала на уровне ведущего потока. Предполагается, что локальное значение приземного давления и высоты поверхности 500 гПа в конкретный момент времени является отражением этой связи и может быть использовано для прогноза экстремальной температуры воздуха у поверхности земли.

Основой синоптического метода прогноза является фронтологический анализ, опирающийся на численный прогноз карт барической топографии. Процедура согласования мнения синоптика с результатами численных прогнозов может рассматриваться как видоизменение традиционных синоптических приёмов [3]. Синоптический метод прогноза предусматривает использование эмпирических правил, приёмов и способов, дающих возможность определения будущей эволюции и географического положения синоптических объектов [4].

В ходе исследования за каждые сутки 2014 г. определены синоптические ситуации в пункте прогноза (г. Пермь), рассчитаны оправдываемости прогнозов минимальной температуры воздуха [7]

при различных синоптических условиях, рекомендованы оптимальные методы при конкретной синоптической обстановке.

Оправдываемость прогноза температуры воздуха на каждой станции равна 100%, если фактически наблюдаемая максимальная (минимальная) температура находилась в пределах прогнозируемой градации или отличалась от крайних её значений не более чем на 2°C. Если фактические значения наблюдаемой температуры отличались от крайних значений прогнозируемой градации более чем на 2°C, то оправдываемость равна 0%. Анализ ошибочного прогноза температуры воздуха у поверхности Земли начинается с установления воздушной массы, обусловившей погоду в данном районе (пункте). Далее, если не отмечалось прохождения атмосферного фронта, основное внимание уделяется характеристикам этой воздушной массы (начальная температура, облачность, ветер), а также состоянию подстилающей поверхности, наличию (отсутствию) осадков и т.д. То есть тем характеристикам, от которых зависят адвективные и трансформационные изменения температуры [10].

При анализе ошибочного прогноза из-за неправильно предсказанного аномального хода температуры (больше 5°C) необходимо особое внимание уделить исследованию тех причин, которые привели к непредвиденным резким адвективным изменениям температуры воздуха, например, прохождению атмосферного фронта.

### Результаты и их обсуждение

Фактический температурный фон в г. Перми в 2014 г. весной и летом был выше или около климатической нормы, осенью и зимой – преимущественно ниже климатической нормы. В табл. 1 приведены средние месячные и экстремальные температуры воздуха в Перми.

Таблица 1

Температура воздуха по данным метеостанции Пермь-опытная в 2014 г., °С

Месяц	Средняя месячная температура	Абсолютная максимальная температура	Абсолютная минимальная температура
Январь	-13,9	1,1	-36,6
Февраль	-13,9	0,0	-29,7
Март	-1,3	9,4	-13,7
Апрель	2,1	19,1	-14,4
Май	13,1	29,9	-2,3
Июнь	15,1	26,6	2,0
Июль	14,3	27,6	4,4
Август	17,1	29,7	3,7
Сентябрь	9,7	21,6	-1,5
Октябрь	-1,3	10,0	-18,1
Ноябрь	-5,0	1,8	-23,4
Декабрь	-8,5	0,2	-28,3

В 2014 г. наблюдалась большая изменчивость температур воздуха. Так, в январе температура воздуха колебалась от -36,6°C (30 января) до 1,1°C (12 января); в апреле температура воздуха в течение месяца изменялась от -14,4°C (11 апреля) до 19,1°C (30 апреля), а в мае повышалась почти до 30°C (29,9°C – 22 мая). Минимальные температуры для лета были достаточно низкими — от 2,0 до 4,4°C (7 июня, 12 июля, 26 августа), а максимумы достигали 27–30°C (2 июня, 17 июля, 9 августа).

Рассмотрим результаты прогноза температуры воздуха разными методами при влиянии антициклонических, циклонических, малоградиентных полей (табл. 2). По методу О.П. Глазовой наибольшая повторяемость при всех выделенных барических полях приходится на оправдавшиеся прогнозы, при этом 60% прогнозов температуры воздуха оправдываются при циклоническом барическом поле.

В 47–48% случаев прогнозируемая температура воздуха отличается от фактической на 2,1...6,0°C. Единичные случаи приходятся на отклонение прогностической температуры от фактической более 6,0°C (табл. 2).

По методу Л.Е. Федуловой по ведущему потоку наибольшая повторяемость при всех выделенных барических полях приходится на оправдавшиеся прогнозы, при этом 54% прогнозов температуры воздуха оправдываются при антициклоническом барическом поле, 62% прогнозов – при

циклоническом барическом поле и 71% – прогнозов при малоградиентных полях. Единичные случаи приходится на отклонение прогностической температуры от фактической более 6,0°C (табл. 2).

Таблица 2

Повторяемость отклонений прогностической температуры воздуха от фактической ( $\Delta t$ , °C), %

Барическое поле	$\Delta t$				
	0,0–2,0	2,1–3,0	3,1–6,0	6,1–10,0	>10
Метод О.П. Глазовой					
Антициклоническое	46	20	27	6	1
Циклоническое	60	16	19	4	1
Малоградиентное	48	24	24	4	-
Метод Л.Е. Федуловой (ведущий поток)					
Антициклоническое	54	18	24	4	-
Циклоническое	62	14	21	2	1
Малоградиентное	71	12	17	-	-
Метод Л.Е. Федуловой по данным поверхности 850 гПа					
Антициклоническое	55	15	25	4	1
Циклоническое	64	10	17	8	1
Малоградиентное	68	9	18	5	-
Синоптический метод					
Антициклоническое	73	16	9	1	1
Циклоническое	81	11	7	1	-
Малоградиентное	68	20	12	-	-

По методу Л.Е. Федуловой с учётом данных поверхности 850 гПа наибольшая повторяемость при всех выделенных барических полях приходится на оправдавшиеся прогнозы, при этом 55% прогнозов температуры воздуха оправдываются при антициклоническом барическом поле, 64% прогнозов – при циклоническом барическом поле и 68% прогнозов – при малоградиентных полях (табл. 2).

По синоптическому методу наибольшая повторяемость при всех выделенных барических полях приходится на оправдавшиеся прогнозы, при этом 73% прогнозов температуры воздуха оправдываются при антициклоническом барическом поле, 81% прогнозов – при циклоническом барическом поле и 68% прогнозов – при малоградиентных полях. В 18–32% случаев прогнозируемая температура воздуха отличается от фактической на 2,1...6,0°C. Единичные случаи приходится на отклонение прогностической температуры от фактической более 6,0°C (табл. 2).

Рассмотрим подробнее оправдаемость прогнозов минимальной температуры воздуха каждым методом при некоторых синоптических ситуациях.

**Тёплый атмосферный фронт.** По методу О.П. Глазовой в 50% случаев прогноз минимальной температуры воздуха оправдался. Эти случаи характеризуются прохождением тёплых атмосферных фронтов, связанных с северо-западными циклонами, смещающимися со скоростью до 40 км/ч. Давление в центрах этих циклонов заключалось в пределах 979–1003 гПа. В случаях не оправдавшихся прогнозов давление в центре, в основном, превышает 1003 гПа.

По методу Л.Е. Федуловой по ведущему потоку в 70% случаев прогноз минимальной температуры воздуха оправдался. Эти случаи характеризуются прохождением тёплых атмосферных фронтов, связанных, в основном, с северо-западными циклонами, смещающимися со скоростью 12–40 км/ч. Давление в центрах этих циклонов заключалось в пределах 975–995 гПа. В случаях не оправдавшихся прогнозов давление в центре, в основном, превышает 995 гПа. По данным поверхности 850 гПа в 50% случаев прогноз минимальной температуры воздуха оправдался. Эти случаи характеризуются прохождением тёплых атмосферных фронтов, связанных в основном с северо-западными циклонами, смещающимися со скоростью 12–40 км/ч. Давление в центрах этих циклонов заключалось в пределах 963–1003 гПа. В случаях не оправдавшихся прогнозов давление в центре, в основном, превышает 1003 гПа.

По синоптическому методу в 70% случаев прогноз минимальной температуры воздуха оправдался. Эти случаи характеризуются прохождением тёплых атмосферных фронтов, связанных в основном с северо-западными циклонами, смещающимися со скоростью 12–40 км/ч. Давление в центрах этих циклонов заключалось в пределах 979–1007 гПа. В случаях не оправдавшихся прогнозов циклоны, в основном, смещались с северо-запада со скоростью более 40 км/ч.

Таким образом, при прохождении через пункт прогноза тёплых атмосферных фронтов лучше оправдываются прогнозы минимальной температуры воздуха, если давление в центрах циклонов не превышает 995–1003 гПа, скорость их смещения < 40 км/ч. Из расчётно-статистических методов наиболее точен метод Л.Е. Федуловой по ведущему потоку.

**Холодный фронт.** По методу О.П. Глазовой в 50% случаев прогноз минимальной температуры воздуха оправдался. Эти случаи характеризуются прохождением холодных атмосферных фронтов, связанных с северо-западными и западными циклонами, смещающимися со скоростью до 50 км/ч. В 42% случаев отклонение прогностической температуры от фактической превышает 2°C. В этих случаях характерной особенностью циклонов является то, что давление в центре, в основном, превышает 990 гПа. Циклоны смещались со скоростью 25–55 км/ч. Циклоны находились на стадиях молодого и максимального развития.

Метод Л.Е. Федуловой по ведущему потоку показал, что в 61% случаев прогноз минимальной температуры воздуха оправдался. Эти случаи характеризуются прохождением холодных атмосферных фронтов, связанных с северо-западными и северо-восточными циклонами, смещающимися со скоростью до 50 км/ч и давлением 980–1006 гПа, находящихся на стадиях молодого, максимального развития и заполнения. В 36% случаях отклонение прогностической температуры от фактической превышает 2°C. В этих случаях характерной особенностью циклонов является то, что давление в центре, в основном, менее 997 гПа. Циклоны смещались с северо-запада со скоростью 25–55 км/ч. Циклоны находились на стадии максимального развития.

Метод Л.Е. Федуловой по данным поверхности 850 гПа показал, что в 61% случаев прогноз минимальной температуры воздуха оправдался. Эти случаи характеризуются прохождением холодных атмосферных фронтов, связанных с северо-западными и северо-восточными циклонами, смещающимися со скоростью 25–55 км/ч и давлением в центре 980–1005 гПа, находящихся на стадиях молодого и максимального развития. В 28% случаях отклонение прогностической температуры от фактической превышает 2°C. В этих случаях характерной особенностью циклонов является то, что давление в центре, в основном, менее 995 гПа.

В 79% случаев прогноз минимальной температуры воздуха синоптическим методом оправдался. Циклоны с северо-запада и северо-востока смещались со скоростью до 50 км/ч, давление в центрах составило 979–1006 гПа. В 21% случаев отклонение прогностической температуры от фактической превышает 2°C. В этих случаях характерной особенностью циклонов является то, что давление в центре более 995 гПа.

Таким образом, при увеличении скорости смещения циклонов в сочетании с давлением в центрах циклонов менее 995–997 гПа прогноз минимальной температуры воздуха становится менее успешным.

**Фронт окклюзии.** По методу О.П. Глазовой в 86% случаев прогноз минимальной температуры воздуха оправдался. Эти случаи характеризуются прохождением фронтов окклюзии, связанных с северо-западными циклонами, смещающимися со скоростью до 45–50 км/ч и давлением в центре 990–1009 гПа. В 14% случаев, когда циклоны смещались с запада, отклонение прогностической температуры от фактической превышает 2°C.

По методам Л.Е. Федуловой в 43–57% случаев прогноз минимальной температуры воздуха оправдался. Эти случаи характеризуются прохождением фронтов окклюзии, связанных с северо-западными циклонами, смещающимися со скоростью 45–50 км/ч и давлением в центре 1000–1009 гПа. В 43% случаев, когда давление в центре циклона ниже 1000 гПа и они смещались с запада, отклонение прогностической температуры от фактической превышает 2°C.

Синоптический метод показал при данной синоптической ситуации оправдываемость 100%.

**Центр антициклона.** Если пункт прогноза находился под влиянием центра антициклона, то методы О.П. Глазовой и Л.Е. Федуловой давали положительный результат лишь в 30–40 % случаев. Синоптический метод дал хороший результат в 90% случаев прогноза минимальной температуры воздуха.

Отдельные синоптические ситуации за 2014 г. отмечались не более 4–12 раз. Рассмотрим результаты прогноза минимальной температуры воздуха в этих условиях синоптическим методом.

**Центр циклона.** Прогноз минимальной температуры воздуха оправдался в 93% случаев. Циклоны смещались преимущественно с северо-запада со скоростью 12–30 км/ч. Циклоны находились на стадии молодого, максимального развития и заполнения. Давление в центре в среднем составляло 979–1007 гПа.

Северная часть циклона. Прогноз минимальной температуры воздуха оправдался в 75% случаев. Циклоны смещались преимущественно с северо-запада со скоростью 20–45 км/ч. Циклоны находились, в основном, на стадии молодого и максимального развития. Давление в центре в среднем составляло 996–1015 гПа.

Отрог антициклона. Прогноз минимальной температуры воздуха оправдался в 100% случаев. Отроги были связаны с антициклонами с давлением в центре 1025–1032 гПа, которые смещались со скоростью 10–12 км/ч и находились на стадии максимального развития.

### Выводы

Таким образом, в данной работе произведена оценка оправдываемости различных методов прогноза температуры воздуха в г. Перми с учетом синоптических ситуаций. Исследование также показало, что наиболее низкая оправдываемость прогноза минимальной температуры воздуха по всем рассмотренным методам наблюдалась в январе и феврале. Самые успешные прогнозы пришлись на июнь.

В ситуациях аномальной межсуточной изменчивости температуры воздуха ( $\geq 10^\circ\text{C}$ ) лучше использовать экспертную оценку с учётом результатов прогноза всеми методами и синоптической ситуации, т.е. синоптический метод.

При применении в качестве вспомогательных расчетно-статистических методов следует помнить, что в зимние месяцы метод О.П. Глазовой лучше прогнозирует слабые отрицательные температуры воздуха (до  $-2,0^\circ\text{C}$ ), а остальные методы – низкие отрицательные температуры (до  $-30,0\dots -38,0^\circ\text{C}$ ). Весной и летом более высокая оправдываемость метода О.П. Глазовой приходится на низкие положительные температуры (от 4,1 до  $6,0^\circ\text{C}$ ), а остальных методов – на более высокие температуры. Осенью по методу О.П. Глазовой более точен прогноз высоких положительных температур (от 4,1 до  $8,0^\circ\text{C}$ ).

Наиболее высокий процент оправдываемости (60–81%) методы О.П. Глазовой и синоптический дают при влиянии циклонических барических полей, а методы Л.Е. Федуловой – при малоградиентных полях.

При прохождении через пункт прогноза тёплых атмосферных фронтов лучше оправдываются прогнозы минимальной температуры воздуха, если давление в центрах циклонов не превышает 995–1003 гПа, скорость их смещения  $< 40$  км/ч. Из расчетно-статистических методов наиболее точен метод Л.Е. Федуловой по ведущему потоку.

При влиянии холодных атмосферных фронтов менее успешен прогноз минимальной температуры воздуха в случаях «ныряющих» циклонов с давлением в центре менее 995–997 гПа. Из расчетно-статистических методов лучше использовать методы Л.Е. Федуловой.

В случаях влияния на пункт прогноза центров антициклонов лучше использовать комплексный анализ ситуации, т.е. синоптический метод.

### Библиографический список

1. Барашкова Н.К., Кижнер Л.И., Кужевская И.В. Атмосферные процессы: динамика, численный анализ, моделирование: учеб. пособие / под ред. Заде Г.О. Томск: Изд-во Том. гос. ун-та, 2012. 312 с.
2. Беркович Л.В., Ткачёва Ю.В. Гидродинамический краткосрочный прогноз погоды в пунктах // Метеорология и гидрология. 2010. №4. С. 45–51.
3. Воробьёв В.И. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 616 с.
4. Дашко Н.А. Курс лекций по синоптической метеорологии. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2005. 523 с.
5. Ермакова Л.Н. Краткосрочные прогнозы погоды: курс лекций. Пермь, 2010. 138 с.
6. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. СПб.: Гидрометеиздат, 2000. 778 с.
7. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения. РД 52.27.724 – 2009. Обнинск: ИГ-СОЦИН, 2009. 50 с.
8. Руководство по терминологии и оценке специализированных гидрометеорологических прогнозов. М., 2004. 56 с.
9. Русин И.Н. Современные методы метеорологических прогнозов. Л.: Изд-во ЛПИ, 1987. 96 с.
10. Хабутдинов Ю.Г., Шанталинский К.М. Материалы по курсам «Синоптическая метеорология» и «Гидрометеорологическое обеспечение народного хозяйства». Казань: Изд-во КГУ, 2008. 52 с.

## References

1. Barashkova, N.K., Kizhner, L.I. and Kuzhevskaya, I.V. (2012), *Atmosfernye processy: dinamika, chislennyj analiz, modelirovanie* [Atmospheric processes: dynamics, numerical analysis, modeling], in Zadde, G.O. (ed.), Tomsk, Russia.
2. Berkovich L.V. and Tkachyova YU.V. (2010), "Hydrodynamic short-range weather forecast at points", *Russian Meteorology and Hydrology*. №4, pp. 45–51. doi.org/10.3103/S1068373910040035.
3. Vorob'yev, V.I. (1991), *Sinopticheskaya meteorologiya* [Synoptic meteorology], Gidrometeoizdat, Leningrad, Russia.
4. Dashko, N.A. (2005), *Kurs lekcij po sinopticheskoy meteorologii* [Course of lectures on synoptic meteorology], DVGU, Vladivostok, Russia.
5. Ermakova, L.N. (2010), *Kratkosrochnye prognozy pogody* [Short-term weather forecasts], Perm State National Research University, Perm, Russia.
6. Matveev, L.T. (2000), *Fizika atmosfery* [Atmospheric physics], St. Petersburg, Gidrometeoizdat, Russia.
7. Russian meteorological service (2009), *52.27.724 – 2009: Nastavlenie po kratkosrochnym prognozam pogody obshchego naznacheniya* [Short-term weather forecast for general purpose], [52.27.724 – 2009 ], «IG-SOCIN», Obninsk, Russia.
8. Russian meteorological service (2004), *Rukovodstvo po terminologii i ocenke specializirovannyh gidrometeorologicheskikh prognozov* [Guidance on terminology and assessment of specialized hydrometeorological forecasts], Moscow, Russia.
9. Rusin, I.N. (1987), *Sovremennye metody meteorologicheskikh prognozov* [Modern methods of meteorological forecasts], Leningrad Hydrometeorological Institute, Leningrad, Russia.
10. Habutdinov, YU.G. and Shantalinskij, K.M. (2008) *Materialy po kursam «Sinopticheskaya meteorologiya» i «Gidrometeorologicheskoe obespechenie narodnogo hozyajstva»* [Materials on the courses "Synoptic meteorology" and "Hydrometeorological support of the national economy"], KGU, Kazan, Russia.

Поступила в редакцию: 07.12.2017

## Сведения об авторах

**Ермакова Людмила Николаевна**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры метеорологии и охраны атмосферы, Пермский государственный национальный исследовательский университет; Россия, 614000, г. Пермь, ул. Букирева, 15

## About the authors

**Lyudmila N. Ermakova**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Meteorology and Air Protection, Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614000, Russia

e-mail: lnermak@psu.ru

**Машьянова Дарья Владимировна**

магистр гидрометеорологии, Пермский государственный национальный исследовательский университет; Россия, 614000, г. Пермь, ул. Букирева, 15

**Darya V. Mashyanova**

Master of Hydrometeorology, Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614000, Russia

**Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:**

Ермакова Л.Н., Машьянова Д.В. Сравнительная оценка методов краткосрочного прогноза температуры воздуха // Географический вестник = Geographical bulletin. 2018. №2(45). С. 138–144. doi 10.17072/2079-7877-2018-2-138-144

**Please cite this article in English as:**

Ermakova L.N., Mashyanova D.V. Comparative assessment of the methods for air temperature short-term forecasting // Geographical bulletin. 2018. №2(45). P. 138–144. doi 10.17072/2079-7877-2018-2-138-144