

М.Я. Здерева, М.В. Виноградова

СРЕДНЕСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ СТЕПЕНИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В ЛЕСАХ ПО МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ

Лесные пожары остаются одним из самых мощных природных катастрофических явлений. Обеспечению своевременной и эффективной подготовки людей и техники к тушению пожаров во многом способствуют знания ожидаемой степени пожарной опасности с разной заблаговременностью. Разработкой и уточнением критериев, отражающих вероятность возникновения пожаров, человечество занимается почти столетие. Однако создать показатель, идеально соответствующий фактически возникающим пожарам, не удастся, во-первых, по причине многообразия условий, присущих возникновению огненной стихии, и сочетаний различных факторов, включая антропогенный, во-вторых, из-за недостатка и большой дискретности начальных данных наблюдений различных природных параметров. Большие возможности для решения последней проблемы заложены в привлечении данных спутникового зондирования атмосферы и отражения характеристик подстилающей поверхности в разных режимах. В настоящее время исследования в этой области интенсивно ведутся за рубежом и в отдельных центрах России, включая Западно-Сибирский региональный центр приема и обработки спутниковой информации (ЗапСибРЦПОД). В ЗапСибРЦПОД отрабатываются и уточняются различные алгоритмы обнаружения точек возгорания [8]. Одной из решаемых проблем при этом является отсеечение ложных точек, возникающих при отражении сигналов от воды, облачности и других подобных объектов.

Метеорологические условия относятся к одним из главных факторов вероятности пожаров в природе. Количественным отражением данной вероятности, официально принятым в России, является комплексный показатель пожароопасности (КПО) по метеорологическим условиям [1], разработанный В.Г. Нестеровым еще в сороковые годы прошлого столетия и применяемый на практике до сих пор в некоторых регионах с небольшими модификациями.

На первом этапе исследования авторами была поставлена задача, во-первых, определить степень соответствия принятых в гидрометеорологической службе показателей пожарной опасности фактической обстановке на территории Новосибирской области и, во-вторых, оценить авторскую модификацию индекса пожароопасности.

1. Анализ фактических показателей пожарной опасности по территории Новосибирской области

Показатель В.Г. Нестерова (КПО_н) отражает баланс иссушающих и увлажняющих факторов соотношением

$$\text{КПО}_n = \sum_1^n (T - T_d) T_d, \quad (1)$$

где T – температура воздуха, T_d – температура точки росы, n – число дней с осадками.

За факт выпадения осадков принимаются любые значения, начиная с 3 мм за 24 ч, осадки меньше 3 мм не учитываются.

Указанный показатель пожарной опасности может изменяться от одного до нескольких тысяч градусов, а в периоды устойчивой сухой и жаркой погоды превышать 10000. Для характеристики степени пожарной опасности (ПО) весь диапазон значений делится на пять интервалов – классов. Существует стандартное распределение классов по интервалам [1], однако на данном этапе могут вноситься поправки, разработанные с учетом сезонных особенностей и характера лесных горючих материалов. Для Новосибирской области действуют поправки, представленные Главным управлением охраны и защиты леса и утвержденные Министерством лесного хозяйства РСФСР в 1976 г. (табл. 1).

Таблица 1

**Шкала пожарной опасности в лесу по условиям погоды
с учетом поправок для Новосибирской области**

Период пожароопасного сезона	Классы				
	I	II	III	IV	V
	верхняя граница КПО _n				
Весенне-летний (от схода снежного покрова до 9 июня)	150	700	2000	10000	> 10000
Летний (10 июня – 31 августа)	550	2000	5500	10000	> 10000
Летне-осенний (1 сентября – до снежного покрова)	200	800	1400	10000	> 10000

Предложенная В.Г. Нестеровым эмпирическая формула (1) не до конца удовлетворяет потребителей главным образом из-за достаточно грубого учета осадков. Так, обнуление показателя при разовом выпадении осадков около 3 мм после продолжительного периода без дождей не будет отражать сохранившуюся реальную угрозу пожаров, и, наоборот, длительный период с пасмурной погодой и слабыми осадками снижает вероятность возникновения стихии. В связи с этим показатель ПО постоянно подвергается модификациям, оставляя неизменным саму идею оценки накопленной засушливости. В данной работе для сравнения произведен параллельный расчет еще двух индексов.

Самым распространенным уточнением КПО_n является корректировка накопленной суммы дефицита влаги коэффициентом, зависящим от количества осадков:

$$\text{КПО}_{n2} = K_r \sum_1^n (T - T_d) T_d, \quad (2)$$

где коэффициент K_r получен эмпирически для разных градаций осадков [2].

В рекомендациях для лесов Хабаровского края [7] определен уровень значений показателя ПО для его сбрасывания в зависимости от количества выпавших осадков: чем больше значение КПО_n, тем

большее количество осадков требуется для его обнуления. В этой же методике предложен вариант учета скоростей ветра поправочным коэффициентом ($KPO_{н3}$).

Эти три варианта и были испытаны на пожароопасном сезоне 2006 г. (с 23 апреля по 1 октября). Для расчетов привлечены метеорологические данные по 30 станциям Новосибирской области. В качестве сведений о фактических пожарах выступают определенные по методике ЗапСибРЦПОД вероятные точки возгорания. Анализ проведен для случаев с наличием спутниковых снимков, по 112 сут для каждой станции, или в сумме 3360 случаев по области.

Полученные за расчетный период фактические значения $KPO_{н}$, $KPO_{н2}$ и $KPO_{н3}$ переведены в классы ПО, при этом для первого показателя переход произведен по утвержденной шкале для Новосибирской области (табл. 1), для второго – по ГОСТу, для третьего – по авторской шкале, которая отличается градациями для 4 и 5 классов.

При детальном рассмотрении испытываемого периода по дням классы $KPO_{н}$ и $KPO_{н2}$ различаются преимущественно в пределах одной единицы, а вот комплексный показатель $KPO_{н3}$ при достижении им больших значений указывает на выпадение значительных осадков (по замыслу автора), и поэтому отличается от остальных. Это же подтверждает суммарное распределение по классам по всем станциям области (рис. 1а): варианты $KPO_{н}$ и $KPO_{н2}$ имеют минимум числа случаев 5 класса ПО, тогда как $KPO_{н3}$ – наоборот.

Авторами было рассмотрено распределение числа случаев по классам в ситуациях с отмеченными вероятными точками возгорания (440 случаев) (рис. 1б) и в ситуациях с отсутствием пожаров, согласно спутниковой информации (1900 случаев) (рис. 1в). Поскольку наличие облачного покрова препятствует адекватному распознаванию ситуаций на подстилающей поверхности, дни с облачным покрытием (более 50 %) исключены из анализа (1020 случаев).

Положительным моментом явилось то, что все три варианта лишь в 1,5–8 % случаев показывают 1–2 класс при пожарах (табл. 2). Индексы $KPO_{н}$ и $KPO_{н3}$ примерно одинаково отражали высокую степень ПО (в сумме 4 и 5 классы) при пожарах, однако $KPO_{н3}$ завышали угрозу ПО и в спокойных ситуациях. Наиболее неудачным показателем пожарной

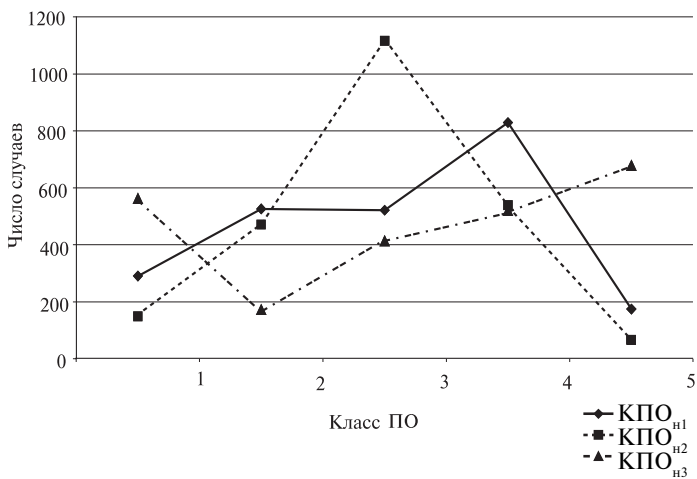


Рис. 1а. Распределение классов ПО по разным показателям за период май–сентябрь 2006 г.

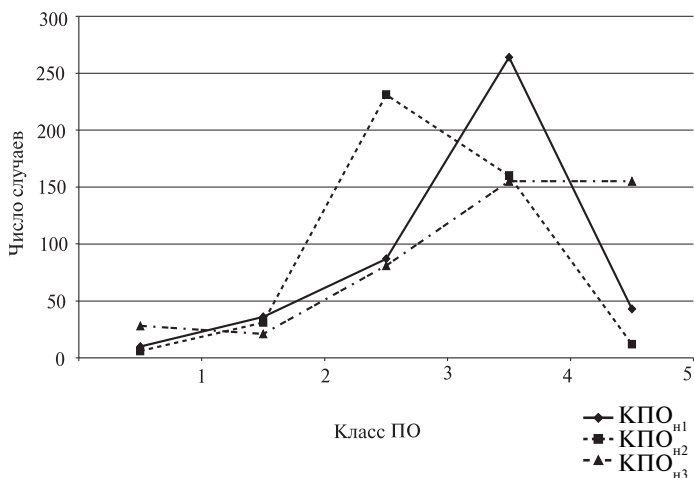


Рис. 1б. Распределение классов ПО по разным показателям в случаях с идентифицированными пожарами за период май–сентябрь 2006 г.

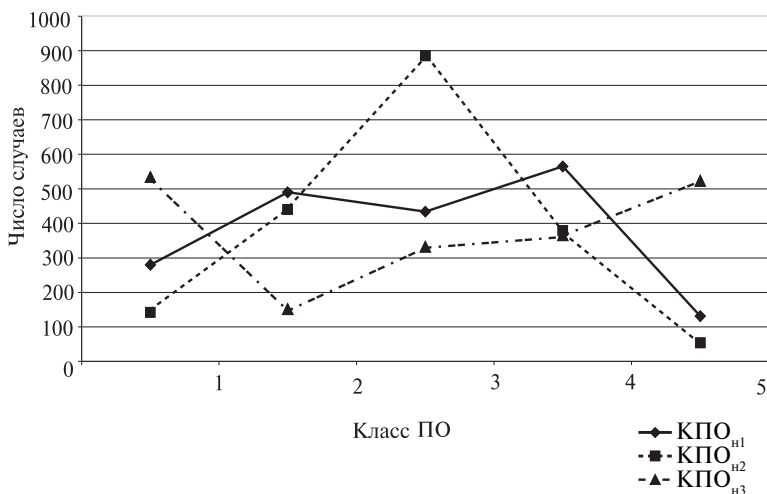


Рис. 1в. Распределение классов ПО по разным показателям в случаях без обнаруженных (по снимкам) пожаров за период май–сентябрь 2006 г.

Таблица 2

Вероятность (%) классов ПО по разным индексам за период 2006 г. при анализе ситуаций на территории Новосибирской области

Класс ПО	По всей выборке			В случаях с пожарами			Без пожаров		
	КПО _n	КПО _{n2}	КПО _{n3}	КПО _n	КПО _{n2}	КПО _{n3}	КПО _n	КПО _{n2}	КПО _{n3}
1	12,4	6,3	24,0	2,3	1,4	6,4	14,7	7,4	28,1
2	22,4	20,1	7,3	8,2	7,1	4,8	25,8	23,2	7,9
3	22,3	47,7	17,6	19,8	52,4	18,4	22,8	46,6	17,4
4	35,4	23,1	22,2	60,0	36,4	35,2	29,7	20,0	19,2
5	7,5	2,8	28,9	9,7	2,7	35,2	7,0	2,8	27,4

обстановки в лесах Новосибирской области оказался индекс КПО_{н2}, который примерно в 50 % случаев показывает среднюю степень ПО как в ситуациях с пожарами, так и без них.

Таким образом, по результатам сравнительного анализа для оценки угрозы пожаров в Новосибирской области можно использовать с небольшими поправками КПО_{н3}, но наиболее близким к фактическим ситуациям является используемый в оперативной практике показатель В.Г. Нестерова с учетом сезонных поправок при переводе в классы.

В ходе исследования был предложен еще один вариант модификации показателя В.Г. Нестерова, в котором накопленная «засушливость» отражается суммой дефицита упругости насыщения водяного пара в атмосфере. Известно, что дефицит упругости насыщения связан с дефицитом точки росы психрометрической формулой на основании закона Дальтона о скорости испарения и закона охлаждения Ньютона [9]:

$$E - E_{\tau} = aP(T - \tau), \quad (3)$$

где E – упругость водяного пара, E_{τ} – максимальная упругость водяного пара при температуре смоченного термометра (τ), P – атмосферное давление, a – психрометрическая постоянная. В показателе ПО по В.Г. Нестерову просто определяемая правая часть этой формулы нелинейно связывается с температурой воздуха произведением.

Поскольку индекс введен еще в сороковых годах прошлого столетия, то, по-видимому, более простой и удобный вариант учета дефицита влаги был обоснован отсутствием быстро действующей вычислительной техники. На самом деле упругость насыщения имеет экспоненциальную, а не квадратическую зависимость от температуры. В метеорологии давно известны и используются достаточно точные параметрические выражения этой зависимости, например, эмпирическая формула Магнуса [5]:

$$E = E_0 10^{\frac{at}{b+t}}, \quad (4)$$

где E_0 (6,1078 мб) – упругость насыщения при температуре $T_0 = 273,15$ (°К), a и b – постоянные, которые определены для поверхностей воды и льда, t – температура воздуха.

В уравнении Клаузиуса–Клапейрона a и b определены на базе закона сохранения энергии при фазовых переходах:

$$E = E_0 * 10^{\frac{8,61503t}{273,15+t}}. \quad (5)$$

Модифицированный показатель Нестерова при этом может представлять из себя разность упругостей насыщения при температуре точки росы и реальной температуре воздуха, накапливаемых за дни без осадков (количеством < 3 мм):

$$\text{КПО}_n^M = \sum_1^n (E_T - E_\tau). \quad (6)$$

Для перевода суммарного показателя КПО_n^M в принятые классы ПО авторами были получены соответствующие градации на опытных данных.

Сравнительные расчеты КПО_n и КПО_n^M в 2006 г. показали полное их соответствие в весенне-летний период: различия в среднем по месяцам с мая по сентябрь находились в пределах 1–5 %. В октябре, когда уже подстилающая поверхность периодически покрывалась снегом, разница в показателях увеличилась до 18 %, что говорит о необходимости более тонкого учета фазовых переходов влагосодержания, в частности, за счет использования дефицита упругости пара при переходах температуры воздуха через ноль. В целом за пожароопасный период показана правомерность использования модифицированного показателя. Этот вывод особенно важен при переходе к построению физико-статистической прогностической схемы для классов ПО.

2. Метод среднесрочного прогноза класса пожарной опасности

2.1. Направление исследования

В настоящее время в летний сезон оперативно-прогностические организации составляют прогнозы классов ПО на трое суток и месяц. Однако хорошей методической базы для подготовки и выпуска этих прогнозов не имеют. Поскольку данные о прогностических полях приземной температуры точки росы отсутствуют, то в [6] рекомендуется пользоваться графиком суточного нарастания показателя ПО в зависимости от температуры воздуха, заранее построенным для каждой

станции и месяца. Трудоемкость этого метода не компенсируется повышением качества результата. К тому же большой вес имеют ошибки в прогнозах осадков по станциям. Поэтому на практике прогнозист оценивает тенденцию ПО субъективно, исходя из анализа ожидаемой синоптической ситуации, и выдает прогноз по относительно большой территории, перечисляя при необходимости несколько классов и используя допустимый термин «местами», не уточняя районы.

Возрастающий объем видов расчетной прогностической продукции и необходимость ее пространственно-временной детализации дают возможность решать задачи прогнозов многофакторных природных явлений. При построении прогностических схем на сроки более двух суток одним из самых эффективных подходов остается физико-статистическая интерпретация гидродинамических моделей атмосферы. При этом для восстановления метеорологических величин применяются аппарат математической статистики и знания физических процессов. Учет погодных особенностей при различных синоптических процессах позволяет корректнее формировать исходные выборки и уточнять выходные значения метеорологических величин. Значительно повышает качество методов предварительная кластеризация исходного объема данных по разным вариантам: сезонная классификация, подбор аналогов, выделение однородных массивов по значениям предиктанта или предикторов.

На базе данного направления в СибНИГМИ разработаны и к настоящему моменту внедрены в оперативную работу Западно-Сибирского гидрометцентра физико-статистические схемы среднесрочных прогнозов температуры воздуха и осадков по районам Новосибирской области, являющиеся базовыми элементами для подсчета комплексного показателя ПО. Неизвестным остается компонент, отражающий накопленный дефицит влаги в атмосфере.

2.2. Построение прогностических уравнений с использованием метода самоорганизации модели по внешним критериям

Задача структурного моделирования по исходным матрицам наблюдений сводится к выбору наилучшей структуры, отображающей зависимость между входными параметрами и выходной величиной. Разработке принципов и критериев оптимального отбора эффективных регрессионных

уравнений посвящено немало работ. Наиболее обоснованным на этом фоне выглядит метод группового учета аргументов (МГУА) [3, 4], построенный на принципе самоорганизации, суть которого состоит в том, что при переборе аргументов и при постепенном усложнении моделей некоторые критерии проходят свой минимум. Алгоритм определяет этот минимум и таким образом указывает на оптимальную модель.

Оптимальность по структуре и по множеству учитываемых переменных в решающих уравнениях достигается прежде всего привлечением внешних критериев. В [3] показано, что любой внутренний критерий приводит к ложному правилу: чем сложнее модель – тем она точнее. Согласно теореме Геделя о неполноте из математической логики только внешние критерии позволяют выбрать единственную модель оптимальной сложности.

Для получения внешних критериев исходная выборка разделяется на обучающую и проверочную последовательности. По одной получают коэффициенты моделей-претендентов, а по другой – оценки этих моделей по выбранным критериям селекции. Далее осуществляется целенаправленный перебор постепенно усложняющихся структур моделей и их отбор по ряду целесообразных эвристических критериев.

На этапе выбора критерия отбора заложена еще одна возможность повысить непротиворечивость и устойчивость выходных решений. Так, например, используя критерий минимума смещения, можно добиться минимальных отличий в моделях, построенных на разных частях исходной последовательности. Сначала первая последовательность данных является обучающей, а вторая – проверочной (решения $q_i(A)$), затем, наоборот, вторая является проверочной, а первая – обучающей (решения $q_i(B)$). Близость этих уравнений оценивается по величине среднеквадратического расхождения их выходов по всем точкам последовательности:

$$n_{sm}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N [q_i(A) - q_i(B)]^2}{\sum_{i=1}^N q_{ifakt}^2}, \quad (7)$$

определяется типом решаемой задачи и поставленной целью.

Существенной характеристикой МГУА является возможность увеличить первоначально ограниченное число коэффициентов модели применением многорядной селекции.

В данном исследовании на первом шаге использован критерий регулярности, на втором – критерий минимума смещения. В качестве критерия регулярности привлечена относительная среднеквадратическая ошибка:

$$\Delta^2(B) = \frac{\sum_{i=1}^{N_B} (q_i^* - q_i)^2}{\sum_{i=1}^{N_B} (q_i)^2} \rightarrow \min, \quad (8)$$

где q_i и q_i^* – полученное по модели и действительное значение выходной величины в i -й точке, N_B – число точек проверочной последовательности.

В исследованиях, посвященных прогнозу или восстановлению тех или иных метеорологических полей, до настоящего времени незаслуженно редко используются индуктивные методы математического моделирования, основанные на принципе самоорганизации моделей по внешним критериям. Классический регрессионный анализ использует для построения единственной модели одну выборку, а вторая только констатирует снижение качества при проверке на независимом материале. Применение МГУА к метеорологическим данным с целью получения прогностических методов должно дать более надежный результат, чем регрессионный подход. Потенциальные предикторы должны отражать физическую связь с исследуемым объектом и их значения должны быть известны к началу оперативных расчетов прогнозов.

В настоящее время на достаточно высоком уровне по динамическим уравнениям прогнозируются поля приземного давления, геопотенциала изобарической поверхности АТ-500 и температуры воздуха на уровне изобарической поверхности АТ-850 на 1–5 сут. Именно эти параметры и их производные в различных формах привлекаются в качестве признаков в физико-статистических схемах.

Базовый архив предиктантов в нашем случае представляет фактические значения дефицита точки росы и расчетного дефицита упругости насыщения водяного пара (по T_{\max} , T_d за 06 ч, T_d за 09 ч) за

пятилетний период с 2001 по 2005 г. За этот же период используются синхронные по времени данные P_0 , H_{500} , T_{850} и их суточные тенденции в 18 узлах широтно-долготной сетки $2,5 \times 2,5^\circ$, соответствующих территории Новосибирской области. Данные для исходной последовательности взяты из объективных анализов ECMWF (Reding) за 00 и 12 ч ВСВ.

Ранг информативности предикторов меняется преимущественно в зависимости от сезона года и типа синоптического процесса. Для учета сезонных особенностей в режиме атмосферной циркуляции и изменений температуры и влажности воздуха обучающие и контрольные выборки построены по трем периодам: апрель–май, июнь–июль–август, сентябрь–октябрь.

На первом шаге генерируются все возможные матрицы (NЧМ) трех аргументов (M) по всем событиям (N) для данного ряда селекции. Выборка N делится на две части: N1 – обучающая и N2 – контрольная. При этом случаи в N1 и N2 повремененно чередуются из общей выборки и $N2 = N/2$ или $N2 = N/3$ в зависимости от типа критерия. По обучающей выборке N1 производится комбинаторный перебор всех частных описаний для данной тройки аргументов (табл. 3).

Таблица 3

Типы частных описаний

Номер типа	Вид уравнения
1	$y_1 = a_1 + a_2 x_3$
2	$y_2 = a_1 + a_2 x_2$
3	$y_3 = a_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3$
4	$y_4 = a_1 + a_2 x_1$
5	$y_5 = a_1 + a_2 x_1 + a_3 x_3$
6	$y_6 = a_1 + a_2 x_1 + a_3 x_2$
7	$y_7 = a_1 + a_2 x_1 + a_3 x_2 + a_4 x$

Отбор частных описаний производится по заданному критерию, рассчитанному по контрольной выборке №2. В нашем случае на первом ряду селекции в качестве критерия использована минимальная относительная среднеквадратичная ошибка (8). По результатам первого ряда отбиралось десять лучших решений. С использованием совместно критерия регулярности (8) и оценки смещения (7) выбрано лучшее решение на втором ряду селекции. Как показали эксперименты, для поставленной задачи достаточно одного-двух рядов селекции, поскольку дальнейшая минимизация ошибки либо не происходит, либо не превышает допустимую точность самих аргументов.

Таким образом, для каждой станции Новосибирской области в каждом выделенном периоде определены уравнения восстановления дефицита точки росы и дефицита упругости водяного пара по данным термобарических полей. Подставляя вместо фактических прогностические значения базовых параметров с разной заблаговременностью, получаем прогноз искомых метеорологических величин. Такой подход, называемый PP (Perfect Prognose), широко используется в прогностических схемах, основанных на интерпретации гидродинамической продукции. Поскольку наиболее надежную гидродинамическую продукцию на сроки до семи суток выпускает ECMWF (Reding), прогностические поля приземного давления, геопотенциала на уровне изобарической поверхности АТ-500 и температуры воздуха на изобарической поверхности АТ-850 использованы в качестве основных компонентов базовой матрицы.

2.3. Окончательная схема прогноза

Ежедневно в оперативном автоматическом режиме из базовой метеорологической сети производятся выборки:

- прогнозов полей H_{500} , P_0 , T_{850} и температуры воздуха у поверхности земли в коде GRIB на сроки 12–60 ч из центра UKMO (Exeter);
- прогнозов полей H_{500} , P_0 , T_{850} в коде GRIB на сроки 48–144 ч из центра ECMWF (Reding);
- фактических значений температуры воздуха и температуры точки росы за сроки 06 и 09 ч ВСВ предыдущих суток на 30 станциях Новосибирской области;
- фактических значений сумм осадков на станциях за предыдущий день (12 ч) и исходную ночь (00 ч).

По локальной сети ЗапСибРВЦ поступают данные прогнозов максимальной температуры воздуха и количества осадков по 30 станциям Новосибирской области на 1–5 сут, полученные по физико-статистическим схемам СиБНИГМИ.

На следующих этапах функционирования прогностической схемы определения классов ПО производится:

- контроль и возможное восстановление ошибочных или отсутствующих данных;

- расчет исходных значений дефицита точки росы и дефицита упругости насыщения водяного пара;

- расчет суточных тенденций геопотенциала и давления у поверхности земли в узлах сетки над территорией Новосибирской области по данным гидродинамических моделей атмосферы и заполнение исходной матрицы переменных;

- расчет прогнозов дефицита точки росы и дефицита упругости по уравнениям МГУА для каждой станции;

- вычисление суммарного показателя Нестерова по двум вариантам с учетом осадков и перевод его в выходные спрогнозированные классы ПО;

- запись полученных прогнозов классов ПО в файлы для отображения результатов в АИС «Лесные пожары» и для дальнейшей оценки качества прогнозов.

3. Результаты авторских испытаний прогнозов классов пожарной опасности

Прежде чем оценить прогнозы классов ПО, были получены отдельно прогностические расчеты дефицитов точки росы и дефицитов упругости насыщения по станциям области. Эксперименты показали, что относительные ошибки восстановления дефицита упругости насыщения по коэффициентам МГУА и восстановления дефицита точки росы на независимом материале находятся в пределах 0,7–1,8. Значения ошибок имеют слабые вариации в зависимости от заблаговременности, что подтверждает устойчивость полученных уравнений. Наблюдается пространственная изменчивость ошибок: худшие прогнозы на юго-востоке Новосибирской области, лучшие – на севере.

Прогнозы классов ПО на основе разработанного метода (стандартного КПО_n и модифицированного КПО_n^М) составлялись в период с мая по октябрь (кроме августа) 2006 г. Оценка прогнозов осуществлялась по каждому месяцу отдельно, согласно указаниям [6]. При совпадении прогностического и фактического классов ПО оправдываемость равна 100 %, при различии на единицу – 50 %, в остальных случаях – 0 %. Общие оправдываемости прогнозов рассчитаны для каждой станции Новосибирской области и для каждой заблаговременности прогнозов.

В табл. 4 приведены средние по территории области оправдываемости по двум вариантам прогнозов. Из данных таблицы видно, что качество прогнозов ПО на первые сутки по двум вариантам метода практически одинаково. Начиная со вторых суток, имеет преимущество подход с использованием модифицированного показателя. Указанное обстоятельство обусловлено тем, что раздельное определение прогнозов температуры воздуха и дефицита точки росы при расчете по формуле В.Г. Нестерова умножает ошибки. Большие погрешности прогнозов классов ПО на основе модифицированного индекса, отмеченные в октябре месяце, связаны с различием учета влажности в ситуациях с переходом температуры воздуха через ноль градусов при фактической оценке степени ПО.

В целом можно заключить, что определение коэффициентов прогностических уравнений по МГУА дает достаточно устойчивый результат и применимо для прогностических целей с заблаговременностью до пяти суток.

При проведении испытаний было выполнено сравнение автоматизированных прогнозов классов ПО на основе выполненных в СибНИГМИ разработок с оперативно составленными прогнозами синоптиков ГУ «Новосибирский ЦГМС-РСМЦ» по территории Новосибирской области на 1–3 сут. Для этой цели новые методические прогнозы, детализированные по станциям, были представлены обобщенными по территории области с использованием терминов, аналогичных синоптическим: местами и др.

Таблица 4

**Средние оправдываемости прогнозов классов ПО на территории
Новосибирской области в отдельные месяцы 2006 г.**

Месяц	Вариант	Число прогнозов	Заблаговременность				
			Первые сутки	Вторые сутки	Третьи сутки	Четвертые сутки	Пятые сутки
Май	КПО _н	30	91,6	82,0	75,8	68,2	63,4
	КПО _н ^М	30	92,8	89,1	86,2	80,4	77,1
Июнь	КПО _н	30	86,9	70,6	60,1	53,8	48,8
	КПО _н ^М	30	88,6	75,7	69,7	63,2	58,6
Июль	КПО _н	20	84,4	67,1	61,6	58,1	56,7
	КПО _н ^М	20	82,8	71,3	66,2	61,6	60,6
Сентябрь	КПО _н	11	80,8	64,2	54,8	46,7	38,6
	КПО _н ^М	11	85,2	76,4	70,6	65,3	58,5
Октябрь	КПО _н	27	92,2	86,5	82,7	80,4	77,7
	КПО _н ^М	27	86,8	73,2	72,5	69,7	63,0
Среднее	КПО _н	118	87,3	74,1	67,0	61,4	57,0
	КПО _н ^М	118	89,2	77,1	73,0	68,0	63,6

Приведенные на рис. 2. результаты сравнения показывают преимущество нового подхода уже с первых прогностических суток. Кроме этого, разработка СибНИГМИ прогнозирования классов ПО позволяет увеличить заблаговременность до пяти суток, дает возможность детализировать прогнозы по районам области, полностью автоматизирует процесс получения результатов и доведения их до потребителя в удобной для него форме с помощью использования ГИС-технологии «Лесные пожары». Все это позволяет утверждать,



Рис. 2. Средняя оправдываемость методических прогнозов класса ПО в сравнении с синоптическими прогнозами по территории Новосибирской области в 2006 г.

что новая прогностическая продукция на основе современной технологий СибНИГМИ делает шаг вперед в гидрометеорологическом обслуживании лесоохранных служб Новосибирской области.

Список литературы

1. ГОСТ Р 22.1.09-99. Группа Т58. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров.
2. *Жданко В.А., Гриценко М.В.* Метод анализа лесопожарных сезонов: Практические рекомендации. — Л.: ЛНИИЛХ, 1980.
3. *Ивахненко А.Г., Юрачковский Ю.П.* Моделирование сложных систем по экспериментальным данным. — М.: Радио и связь, 1987. — 120 с.
4. *Ивахненко А.Г., Коппа Ю.В., Степашко В.С. и др.* Справочник по типовым программам моделирования. — Киев: Техника, 1980. — 184 с.
5. *Матвеев Л.Т.* Основы общей метеорологии // Физика атмосферы. — Л.: Гидрометеоиздат, 1965. — 876 с.
6. Методические указания по прогнозированию пожарной опасности в лесах по условиям погоды // Гидрометслужба. — 1975. — 15 с.
7. *Сверлова Л.И.* Усовершенствованный метод оценки состояния пожарной опасности в лесах по условиям погоды. — Хабаровск, 1998. — 31 с.
8. Спутниковый мониторинг лесных пожаров в России. Итоги. Проблемы. Перспективы: Аналитический обзор / СО РАН. ИОА. ГПНТБ; ред. В.В.Белов. — Новосибирск, 2003. — 135 с. — (Сер. Экология. Вып. 70.)
9. *Хромов С.П., Мамонтов Л.И.* Метеорологический словарь. — Л.: Гидрометеоиздат, 1974. — 568 с.