



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологических прогнозов
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему: «Пожарная опасность в Калужской области»

Исполнитель Лукашкина Алеся Григорьевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Волобуева Ольга Васильевна

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат физико-математических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Анискина Ольга Георгиевна

(фамилия, имя, отчество)

«08» июня 2025 г.

Санкт-Петербург
2025

Оглавление

Введение	3
1. Пожарная опасность, причины и последствия	4
1.1. Влияние ветра и влажности на класс пожарной опасности (КПО)	7
2. Климатические и географические особенности Калужской области	8
3. Пожарная опасность Калужской области	10
3.1 Прогноз класса пожарной опасности в Калужском ЦГМС. Метод Нестерова	25
3.2 Разбор синоптических ситуаций, при 3 и 4 классах пожарной опасности	28
3.3 Влияние ветра на КПО	41
Заключение	47
Список литературы	48

Введение

Лесные пожары во всех странах являются серьезной проблемой. Помимо прямого ущерба, который включает в себя человеческие жертвы, затраты на тушение и восстановление пострадавших территорий нарушается экологический баланс: уничтожаются места обитания животных, повреждается структура, химический состав, микрофлора и фауна почвы, происходят выбросы углекислого газа и канцерогенов в атмосферу [1].

Цель работы: Анализ пожарной опасности в Калужской области.

Задачи:

1. Создать архив данных о пожарной опасности за апрель-сентябрь 2023 года по данным метеостанций Калужской области;
2. Выявить случаи пожарной опасности 3 и 4 классов, рассчитанные при помощи метода Нестерова;
3. Проанализировать метеорологические параметры (температура и осадки) при высоких классах пожарной опасности;
4. Проанализировать синоптические ситуации при возникновении высокого уровня пожарной опасности.

1. Пожарная опасность, причины и последствия

Лесные пожары являются основной причиной повреждения и гибели лесов на значительных площадях. Ежегодно в России происходит более 10 тыс. лесных пожаров. Около 80% лесных пожаров возникает по вине человека.

Леса выполняют важную функцию — они поглощают и хранят углерод — один из компонентов парникового углекислого газа. Поэтому в случае лесного пожара в атмосферу выбрасывается огромное количество CO₂.

Леса России занимают более 800 млн га, что составляет до 20% от всех лесов в мире и содержат до $37.5 \cdot 10^9$ тонн углерода.

Лес при пожаре может выделять больше углекислого газа, чем поглощает за все время своего существования. Это может происходить из-за того, что некоторые виды деревьев обладают плохой способностью поглощать CO₂, а также в силу их медленного роста.

В таблице 1 представлены данные Федерального агентства лесного хозяйства ФБУ "Авиалесоохрана" по лесным пожарам на территории России за период 2018–2024 гг.

Таблица 1 - Количество и площадь лесных пожаров, возникших на территории Российской Федерации в зонах наземного обнаружения и тушения и лесоавиационных работ [2].

Год	Количество пожаров, ед.	Площадь, пройденная огнем, га
2018	1556	837575,7
2019	14432	10078545,9
2020	14810	9267712,01
2021	15112	10059359,88
2022	12528	3345710,71
2023	12765	4545925,74
2024	10216	8489612,87

В России площадь природных пожаров за последние 20 лет в среднем составляет 8,9 млн га в год по данным ИСДМ-Рослесхоз.

В 2020 и 2019 годах Россия потеряла по 16,5 млн га лесного покрова вследствие пожаров, в 2018 – 15,5 млн га.

В 2021 году 18,8 млн га лесного покрова сгорело вследствие пожаров. Это сопоставимо с площадью Камбоджи или в 2 раза больше площади Португалии (Рис. 1).

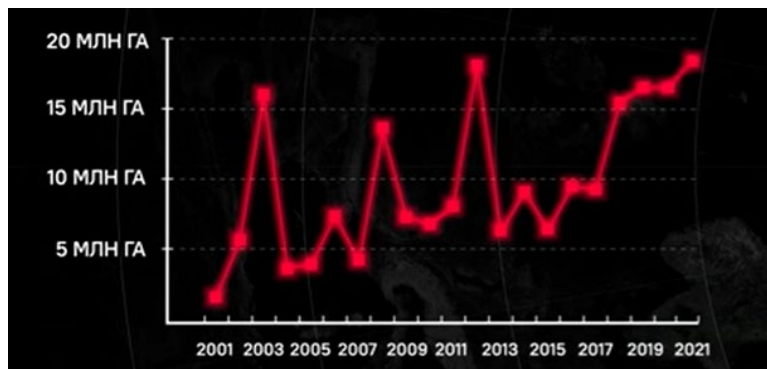


Рисунок 1 - Потери лесного покрова в России в период 2001-2021 гг. [3]

Причины возникновения пожаров:

Природные факторы (10% всех лесных пожаров):

- сухая гроза
- молнии
- возгорание торфяников

Антропогенные факторы (90% всех лесных пожаров):

- костры
- выжигание сельскохозяйственных полей
- непотушенные сигареты
- сжигание отходов
- сжигание сухой травы
- сжигание порубочных остатков
- преднамеренный поджог

Вклад лесных пожаров в изменение климата

Горение лесного покрова провоцирует изменение климата и экосистем регионов, что повышает вероятность возникновения новых масштабных лесных пожаров.

1. Таяние арктических льдов и рост температуры Земли

Образующаяся в результате пожаров сажа благодаря атмосферным циркуляциям достигает Арктики. Попадая на белый арктический снег, она резко увеличивает поглощение солнечной радиации. Это стимулирует таяние льдов и снижает их способность охлаждать Землю.

2. Разрушение многолетней мерзлоты

Пожар способствует оттаиванию многолетнемерзлых пород, которые залегают близко к дневной поверхности. Он также уничтожает моховой и лишайниковый покров, что ведет к прогреванию почвы.

3. Выбросы парниковых газов

Из-за таяния мерзлоты высвобождаются парниковые газы из мерзлых грунтов. Например, метан в течение продолжительного времени после самого пожара продолжает поступать в атмосферу.

Можно привести некоторые статистические данные различных ведомств.

- до 20 млрд. руб. составляет ежегодный ущерб от лесных пожаров в России (Счетная палата РФ);
- ≈ 100 млн га леса ежегодно уничтожают пожары в мире (ООН);
- до 456 строений ежегодно уничтожают лесные пожары в Сибири (МЧС);
- свыше 7,5 тысяч населенных пунктов ежегодно оказываются в зоне потенциального воздействия лесных пожаров (МЧС);
- до 70% пожаров происходит в радиусе 5 км от населенных пунктов (МЧС);
- 10-15 лет потребуется на восстановление леса (Управление специальных и научных программ Росгидромета)

1.1 Влияние ветра и влажности на класс пожарной опасности (КПО)

Сильный ветер может поспособствовать распространению огня, так как он ускоряет приток кислорода. Над пожаром возникает собственная миниконвекция, это способствует усилению преобладающего ветра, на место поднимающегося воздуха стремится свежий воздух [9].

Иногда класс пожарной опасности (КПО), рассчитанный по формуле Нестерова умножают на коэффициент пожарной опасности, учитывающий скорость ветра за 13 часов по местному времени, либо за ближайший метеорологический срок (15 ч.). Формула 1.2 отражает учет ветра при определении класса пожарной опасности:

$$КП = \sum_1^n K_v * T * (T - t) \quad , \quad (1.2)$$

где K_v – коэффициент пожарной опасности, учитывающий скорость ветра. Определяется по таблице 2 [7].

Таблица 2 - Коэффициент пожарной опасности, учитывающий скорость ветра

V	K_v	V	K_v	V	K_v	V	K_v
0	1.00	5	1.16	10	1.39	15	1.47
1	1.02	6	1.22	11	1.41	16	1.48
2	1.04	7	1.28	12	1.43		
3	1.07	8	1.32	13	1.45		
4	1.11	9	1.36	14	1.46		

Влажность воздуха – один из важнейших природных факторов, влияющих на формирование распространение пожара. Чем выше влажность, тем ниже класс пожарной опасности, так как во влажном воздухе меньше концентрация кислорода [10].

Пожароопасный период начинается с окончательного таяния снега и исчезновения его следов весной и заканчивается стабильным выпадением осадков осенью. Начало и конец расчета класса пожарной опасности регламентируются специальными документами [11].

2. Климатические и географические особенности Калужской области

Климатические особенности Калужской области

В Калужской области умеренно выраженный континентальный климат. Сезоны года резко выражены. Годовая температура в среднем колеблется от 3,5 до 4,5 градусов Цельсия. Две трети осадков выпадает в виде дождя, одна треть – в виде снега. Годовая сумма осадков примерно равна 550-650 мм. Преобладают ветра западного направления [6].

Теплый сезон длится 3,5 месяца, с мая по сентябрь. Среднесуточная температура в этот период выше 19 градусов по Цельсию. Самый жаркий месяц – июль. Средний температурный минимум июля составляет 14 градусов по Цельсию, а максимум – 24.

Холодный сезон длится 3,9 месяца, с ноября по март. Самый холодный месяц этого периода – январь. Минимальная среднесуточная температура в холодный период ниже 2 градусов по Цельсию. Средний температурный максимум в январе максимум -4 градуса по Цельсию, а минимум - -10 градусов.

Осадки. Более влажный сезон в Калужской области длится примерно 5 месяцев, с мая по октябрь. Дождливых дней больше всего в июне, а меньше всего – в марте.

Более сухой сезон длится с октября по май [4].

Нормы осадков. В январе – 43 мм, в феврале – 36 мм, в марте – 36 мм, в апреле – 33 мм, в мае – 56 мм, в июне – 77 мм, в июле – 78 мм, в августе – 63 мм, в сентябре – 56 мм, в октябре – 63 мм, в ноябре – 45 мм, в декабре – 48 мм.

Среднемесячная температура. Январь - -6.6 градусов Цельсия, февраль - -6,5 градусов Цельсия, март - -1.4 градусов Цельсия, апрель – 6.5 градусов Цельсия, май – 13.1 градусов Цельсия, июнь – 16.6 градусов Цельсия, июль – 18,7 градусов Цельсия, август – 17.0 градусов Цельсия, сентябрь – 11.5 градусов Цельсия, октябрь – 5.6 градусов Цельсия, ноябрь - -0.7 градусов Цельсия, декабрь - -4.9 градусов Цельсия [5].

Географические особенности Калужской области

Калужская область находится в центральной части Восточно-европейской равнины. Большую часть области занимают леса, поля и равнины с разнообразным растительным и животным миром [6].

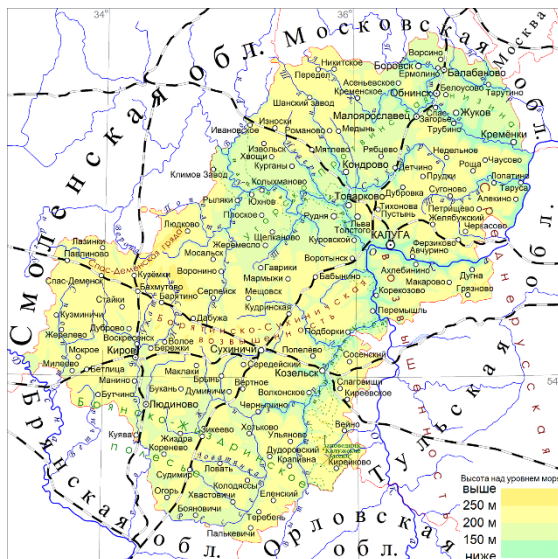


Рисунок 3 – Карта Калужской области

С севера на юг и с запада на восток Калужская область протянулась больше, чем на 220 км. Площадь Калужской области составляет 29 777 км². Координаты варьируются от 53 до 55 градусов северной широты. Современный рельеф такой же, как и доледниковый: холмистый, с долинами рек, балками и лощинами [7].

3. Пожарная опасность Калужской области

В данной работе используются данные 6-и метеорологических станций Калужской области: Калуга, Жиздра, Мосальск, Спас-Деменск, Сухиничи, Малоярославец.

По данным вышеперечисленных станций, полученным из журнала КПО Калужского ЦГМС, был создан архив, включающий в себя данные по значениям КПО, температуре и осадкам, проведен анализ взаимосвязи между осадками и КПО, а также температурой и КПО (рис.3-10).

Была произведена оценка горимости в Калужской области за 7 лет. Данные представлены в таблице 3 и на рисунке 4.

Таблица 3 - Горимость в Калужской области в период с 2016 по 2024 гг.

годы	кол-во пожаров	площадь, га
2024	9	2,81
2023	21	15
2022	4	0,91
2021	7	3,99
2020	80	183,23
2019	48	85,5
2018	8	39,6
2017	9	7,35
2016	2	7

Анализируя таблицу 3, можно сделать вывод, что начиная с 2016 года максимальное количество пожаров было в 2020 году (80). Связано это и с метеорологическими факторами: погода в летний период 2020 года в Калужской области определялась блокирующим антициклоном, высокой температурой и небольшим количеством осадков. Второе место по количеству пожаров занимает 2019 год (48). Это связано также с синоптической ситуацией, то есть в летний период 2019 года в Калужской области длительное время наблюдался стационарирующий антициклон.

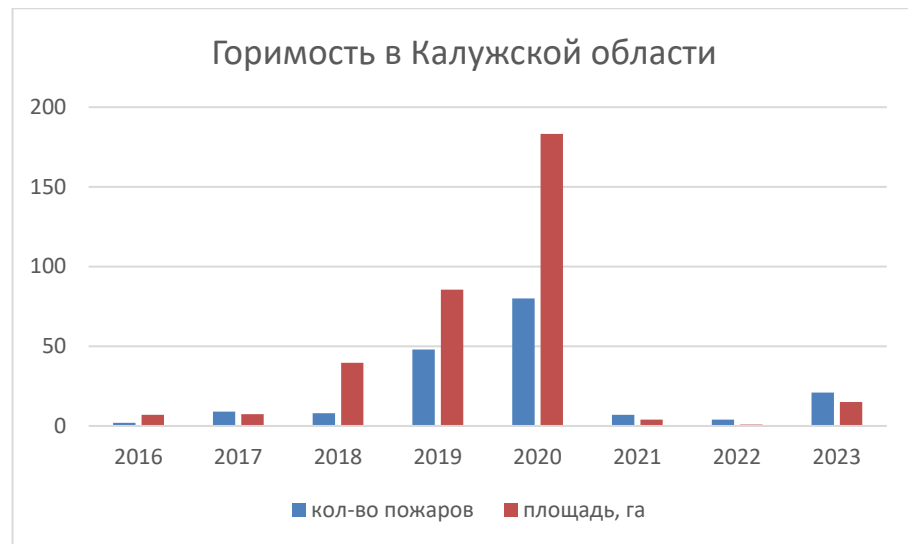


Рисунок 4 - Горимость в Калужской области с 2016 по 2023 гг.

По данным метеостанции Калуга была определена зависимость между осадками и КПО и температурой и КПО (рис. 5 и 6).



Рисунок 5 - Взаимосвязь между осадками и КПО

На рис 5 видно, что с повышением количества осадков уменьшается КПО.

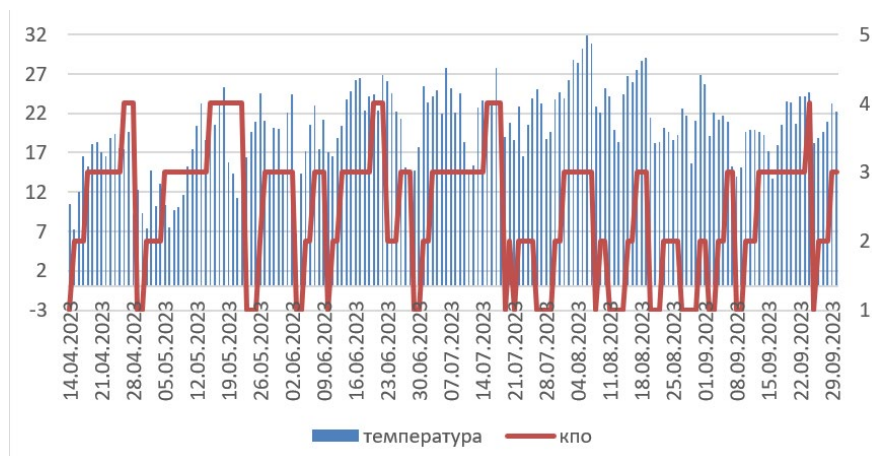


Рисунок 6 - Взаимосвязь между температурой и КПО

На графике (рис. 6) видно, что с повышением температуры увеличивается КПО. Но т.к. для определения класса пожарной опасности важно не просто значение температуры, а значение накопленной температуры, то для каждой станции была определена повторяемость температур при 3 и 4 классе КПО.

В таблице 4 представлены данные температуры по метеостанции Калуга. Из таблицы видно, что в Калуге в пожароопасный период больше всего были температуры в диапазоне от 20 до 25 °С, повторяемость составила 38%. На втором месте по повторяемости диапазон температур от 15 до 20 °С. Их повторяемость - 32%.

Таблица 4 – Диапазоны температуры при КПО 3 и 4 класса по данным метеостанции Калуга

Температура	Количество случаев	Повторяемость, %
5-10	7	4
10,1-15,0	19	11
15,1-20,0	55	32
20,1-25,0	65	38
25,1-30,0	21	12
>30	3	2
Итого	170	100

Всего существует 5 классов пожарной опасности. 4 и 5 классы считаются высокими классами пожарной опасности.

Далее рассмотрим по каждой метеостанции Калужского ЦГМС повторяемость КПО в 2023 году и диапазоны температур при КПО 3 и 4 классов (таб. 5-15, рис. 7-18).

В таблице 5 и рисунке 7 представлены данные повторяемости класса пожарной опасности на метеорологической станции Калуга. Из таблицы видно, что чаще в Калуге наблюдался 3 класс пожарной опасности, его повторяемость составила 44%. На втором месте по повторяемости 2 класс пожарной опасности – 25%. Диапазон температур при 3-4 классах пожарной опасности составил 20-25°C при 38% повторяемости (рис. 8).

Таблица 5 - Повторяемость КПО по м/с Калуга

КПО	Количество случаев	Повторяемость, %
1	34	20
2	42	25
3	75	44
4	19	11
5	0	0
Итого	170	100

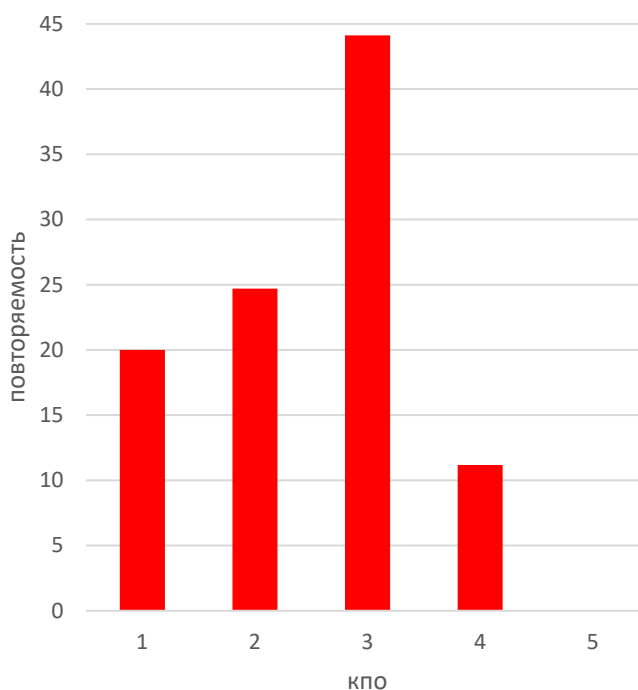


Рисунок 7 - Повторяемость КПО в Калуге

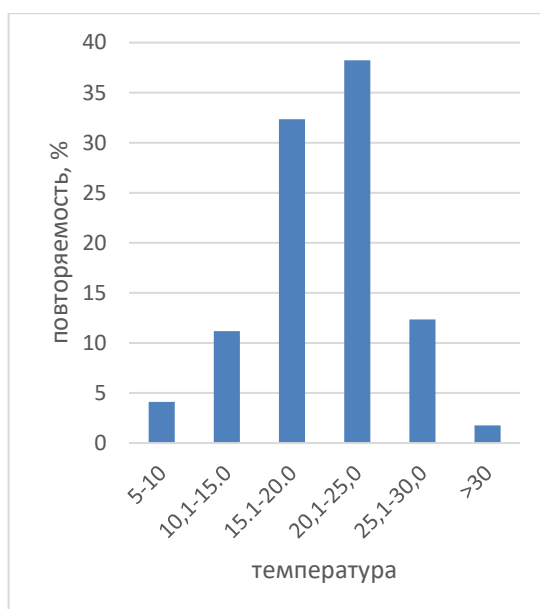


Рисунок 8 - Повторяемость температуры в Калуге при КПО 3 и 4 класса

В таблице 6 представлены данные повторяемости класса пожарной опасности на метеостанции Малоярославец. Из таблицы видно, что больше всего в Малоярославце было случаев именно 3 класса пожарной опасности. Повторяемость составила 42 %. На втором месте по повторяемости 2 класс пожарной опасности – 26 %.

Таблица 6 - Повторяемость КПО в Малоярославце

КПО	Количество случаев	повторяемость, %
1	40	24
2	44	26
3	71	42
4	15	9
5	0	0
Итого	170	100

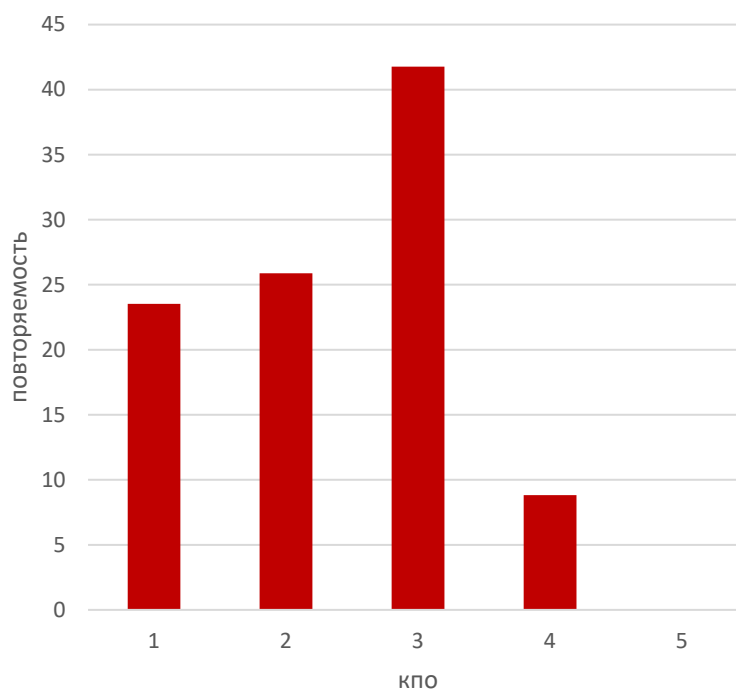


Рисунок 9 - Повторяемость КПО в Малоярославце

В таблице 7 и рисунке 10 представлены данные повторяемости температуры на метеорологической станции Малоярославец. Из данных таблицы следует, что диапазон температур при 3-4 классах пожарной опасности также, как и в Калуге составил 20-25°C при 36% повторяемости. Также высокой была повторяемость температур в диапазоне от 15 до 20 °C (35%).

Таблица 7 - Повторяемость температуры при КПО 3 и 4 класса в Малоярославце

температура	Количество случаев	повторяемость, %
5-10	10	6
10,1-15,0	19	11
15,1-20,0	59	35
20,1-25,0	61	36
25,1-30,0	19	11
>30	2	1
Итого	170	100

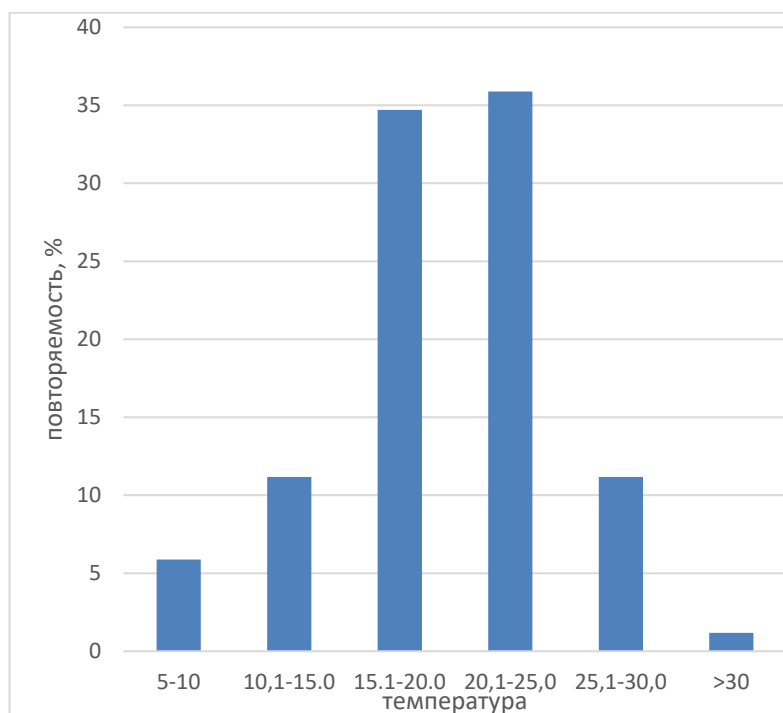


Рисунок 10 - Повторяемость температуры при КПО 3 и 4 класса в Малоярославце

В таблице 8 и на рисунке 11 представлена повторяемость температуры при 3 и 4 классах пожарной опасности на метеостанции Мосальск. Из данных таблицы следует, что в пожароопасный период в Мосальске при 3 и 4 классах пожарной опасности больше всего были температуры в диапазоне от 20 до 25 °С. Повторяемость составила 41%.

Таблица 8 - Повторяемость температуры при КПО 3 и 4 класса в Мосальске

температура	Количество случаев	Повторяемость, %
5-10	6	4
10,1-15,0	16	9
15,1-20,0	52	31
20,1-25,0	69	41
25,1-30,0	22	13
>30	4	2
Итого	170	100

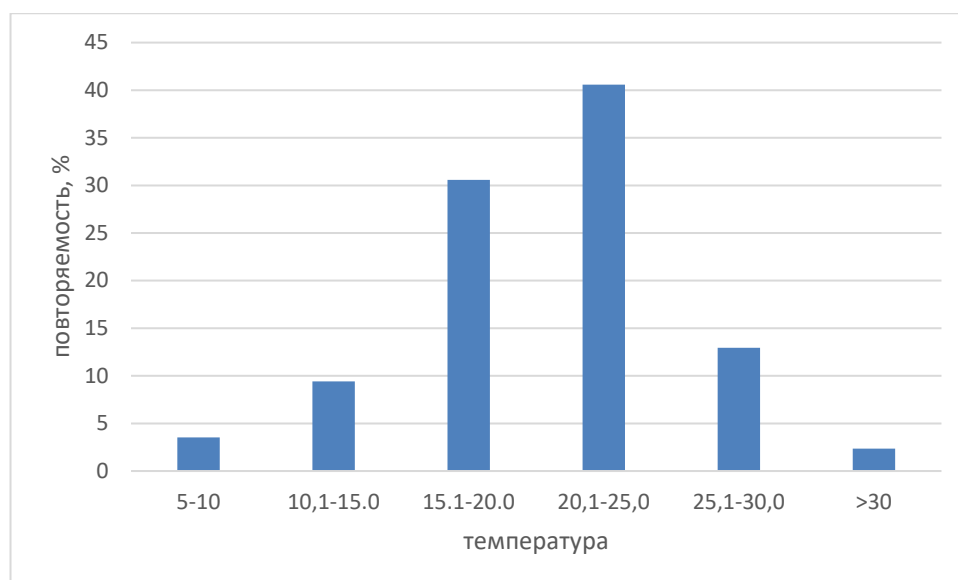


Рисунок 11 - Повторяемость температуры при КПО 3 и 4 класса в Мосальске

В таблице 9 и на рисунке 12 представлены данные повторяемости класса пожарной опасности в Мосальске. По данным таблицы можно сделать вывод, что больше всего в период пожарной опасности в Мосальске был 3 класс пожарной опасности. Повторяемость составила 42%. На втором месте по повторяемости 2 класс пожарной опасности (28%).

Таблица 9 - Повторяемость КПО в Мосальске

КПО	Количество случаев	повторяемость, %
1	30	18
2	48	28
3	71	42
4	21	12
5	0	0
Итого	170	100

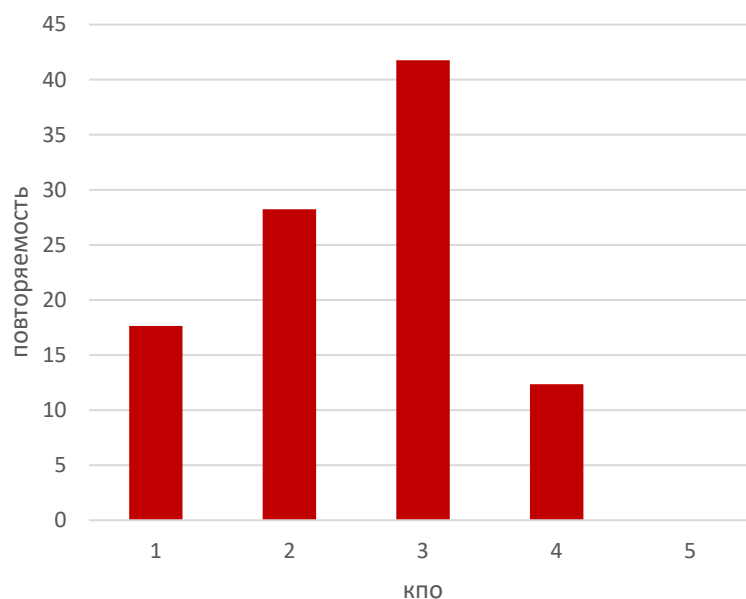


Рисунок 12 - Повторяемость КПО в Мосальске

В таблице 10 представлены данные повторяемости температуры при 3 и 4 классах пожарной опасности на метеорологической станции Сухиничи. Из данных таблицы следует, что в пожароопасный период в Сухиничах при 3 и 4 классе больше всего были температуры в диапазоне от 20 до 25°C. Повторяемость составила 36%. На втором месте по повторяемости находится диапазон температур от 15 до 20 °C (31%).

Таблица 10 - Повторяемость температуры при КПО 3 и 4 класса в Сухиничах.

температура	Количество случаев	Повторяемость, %
5-10	9	5
10,1-15,0	19	11
15,1-20,0	52	31
20,1-25,0	61	36
25,1-30,0	23	14
>30	3	2
Итого	170	100

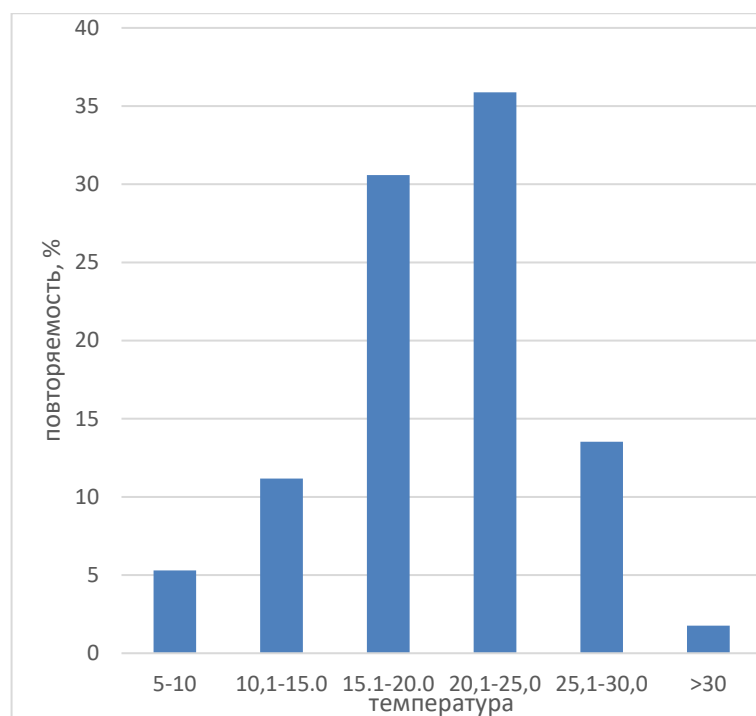


Рисунок 13 - Повторяемость температуры при КПО 3 и 4 класса в Сухиничах

В таблице 11 и на рисунке 14 представлены данные о повторяемости класса пожарной опасности на метеорологической станции Сухиничи в пожароопасный период. Из данных таблицы следует, что больше всего в Сухиничах был 3 класс пожарной опасности. Его повторяемость составила 39%. На втором месте по повторяемости 2 класс – 25%.

Таблица 11 - Повторяемость КПО в Сухиничах

КПО	Количество случаев	повторяемость, %
1	40	24
2	43	25
3	67	39
4	20	12
5	0	0
Итого	170	100

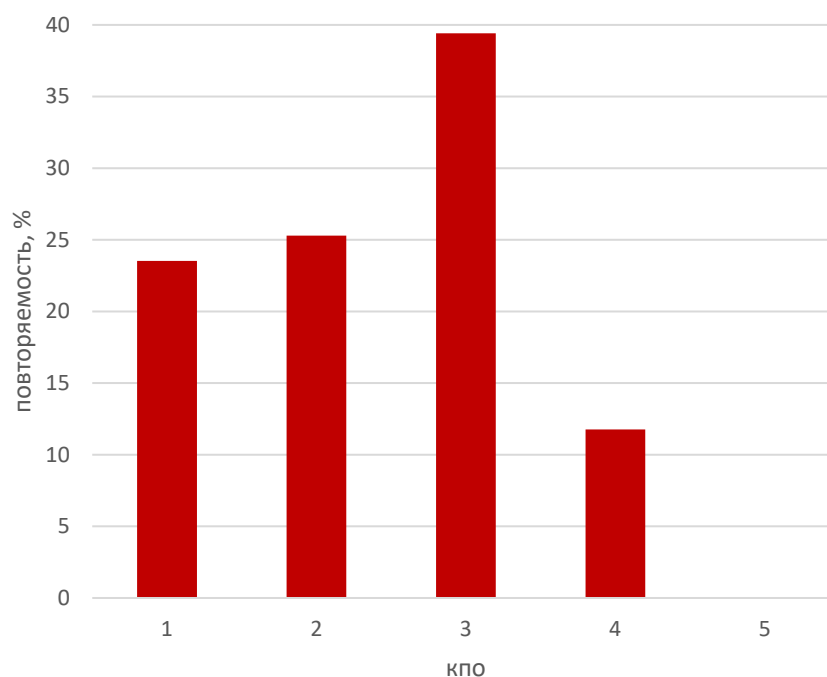


Рисунок 14 - Повторяемость КПО в Сухиничах

В таблице 12 и на рисунке 15 представлены данные о повторяемости класса пожарной опасности на метеорологической станции Спас-Деменск. Из таблицы видно, что больше всего в Спас-Деменске в пожароопасный период был 3 класс пожарной опасности. Повторяемость составила 42%. На втором месте по повторяемости 2 класс пожарной опасности. Его повторяемость была 24 %.

Таблица 12 - Повторяемость КПО в Спас-Деменске.

КПО	Количество случаев	повторяемость, %
1	31	18
2	41	24
3	71	42
4	27	16
5	0	0
Итого	170	100

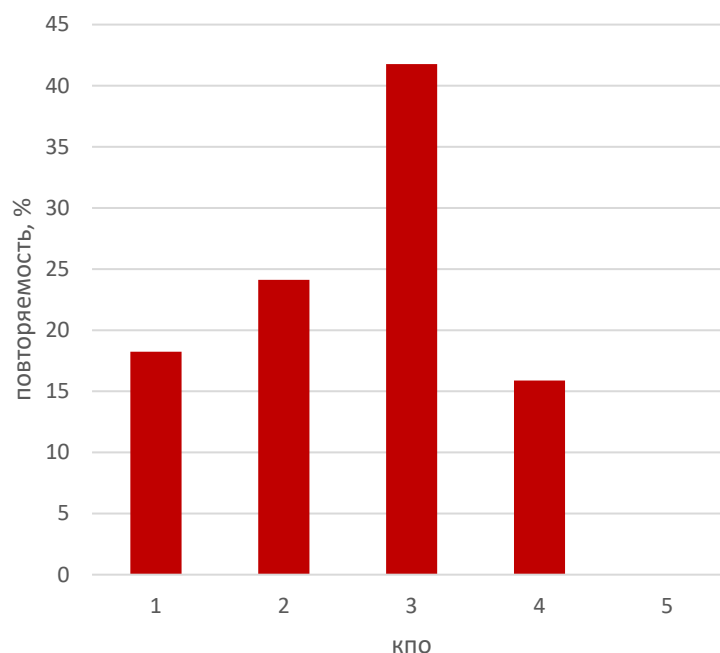


Рисунок 15 - Повторяемость КПО в Спас-Деменске

В таблице 13 и на рисунке 16 представлены данные повторяемости температуры при 3 и 4 классах пожарной опасности на метеорологической станции Спас-Деменск. По данным таблицы можно сделать вывод, что в Спас-Деменске за период пожарной опасности больше всего были температуры в диапазоне от 20 до 25 °С. Их повторяемость составила 38%. На втором месте по повторяемости диапазон температур от 15 до 20 °С. Повторяемость была 32%.

Таблица 13 - Повторяемость температуры при 3 и 4 классе КПО в Спас-Деменске

температура	количество случаев	повторяемость, %
5-10	7	4
10,1-15,0	18	11
15,1-20,0	55	32
20,1-25,0	65	38
25,1-30,0	22	13
>30	3	2
Итого	170	100

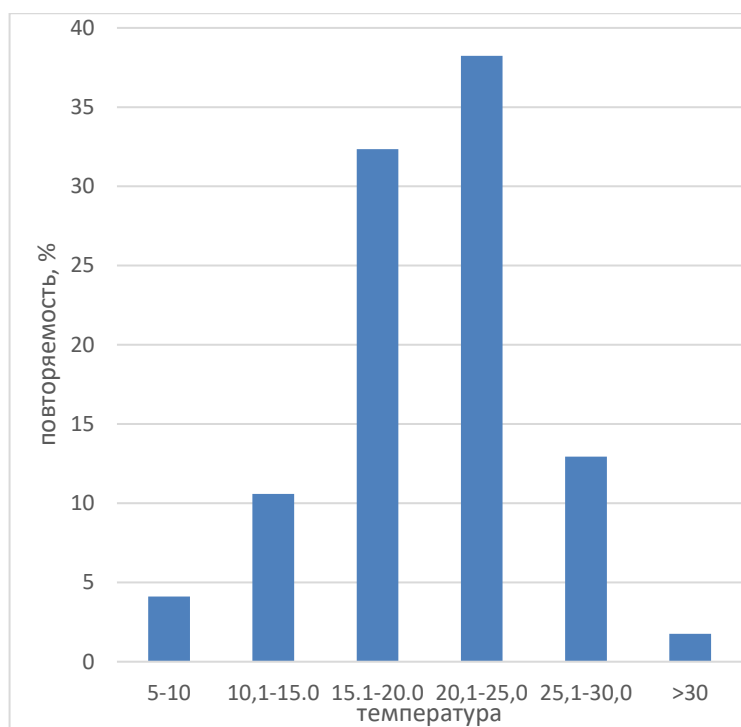


Рисунок 16 - Повторяемость температуры при КПО 3 и 4 класса в Спас-Деменске

В таблице 14 и на рисунке 17 представлены данные о повторяемости температуры при 3 и 4 классах пожарной опасности на метеорологической станции в Жиздре. По данным таблицы видно, что за период пожарной опасности при 3 и 4 классе в Жиздре больше всего наблюдались температуры в диапазоне от 20 до 25 градусов Цельсия. Их повторяемость составила 43%. На втором месте по повторяемости (27%) находятся температуры в диапазоне от 15 до 20°C.

Таблица 14 - Повторяемость температуры при 3 и 4 классе КПО в Жиздре

температура	количество случаев	повторяемость, %
5-10	5	3
10,1-15,0	18	11
15,1-20,0	46	27
20,1-25,0	73	43
25,1-30,0	25	15
>30	3	2
Итого	170	100

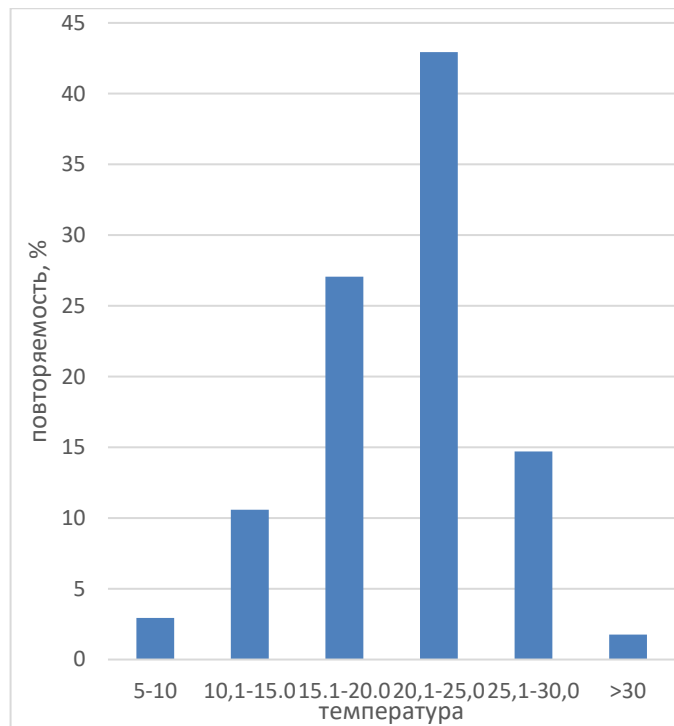


Рисунок 17 - Повторяемость температуры при 3 и 4 классе КПО в Жиздре

В таблице 15 представлены данные о повторяемости класса пожарной опасности на метеорологической станции Жиздра. Из данных таблицы следует, что больше всего за пожароопасный период в Жиздре был 3 класс пожарной опасности. Его повторяемость составила 44%. На втором месте по повторяемости расположился 2 класс пожарной опасности. Его повторяемость была 23%.

Таблица 15 - Повторяемость КПО в Жиздре

КПО	количество случаев	повторяемость, %
1	30	18
2	39	23
3	75	44
4	26	15
5	0	0
Итого	170	100

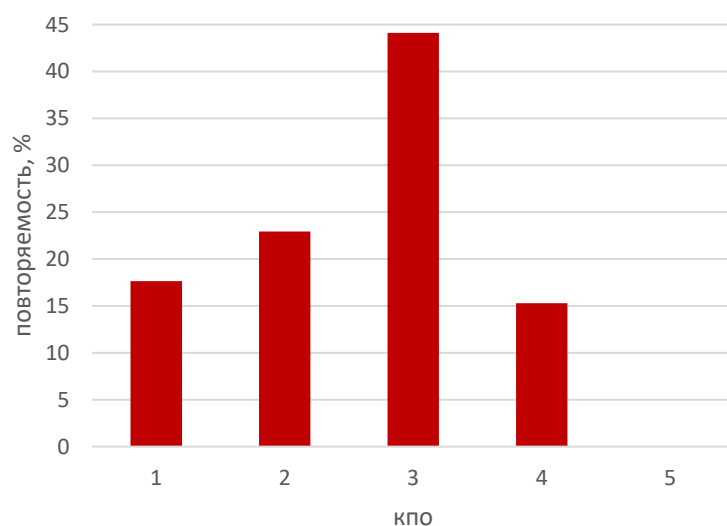


Рисунок 18 - Повторяемость КПО в Жиздре

В результате исследования классов КПО по метеостанциям Калужской области было определено количество случаев пожарной опасности 3 и 4 классов по каждой станции (табл.16, рис. 19-20).

Таблица 16 - Количество случаев 3 и 4 классов пожарной опасности за 2023 год по метеостанциям Калужской области.

м/с	Количество случаев	
	3 класса	4 класса
Калуга	75	19
Малоярославец	71	15
Жиздра	75	26
Спас-Деменск	67	20
Сухиничи	71	27
Мосальск	71	21

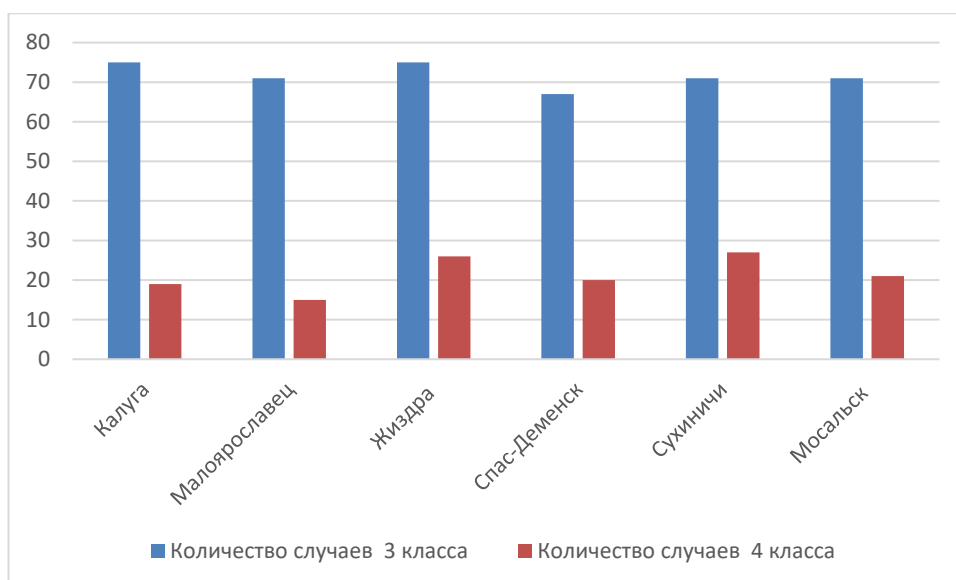


Рисунок 19 – Количество случаев 3 и 4 класса пожарной опасности за пожароопасный период 2023 года по метеостанциям Калужской области

Из таблицы 16 и рисунка 19 видно, 3-й класс пожарной опасности по данным метеостанций Калужской области отмечался с примерно одинаковой повторяемостью (67-75 случаев). 4-й же (высокий класс) чаще отмечался в Жиздре (26 случаев) и в Сухиничах (27 случаев), т.е. более южные регионы области более подвержены высокой пожароопасности.

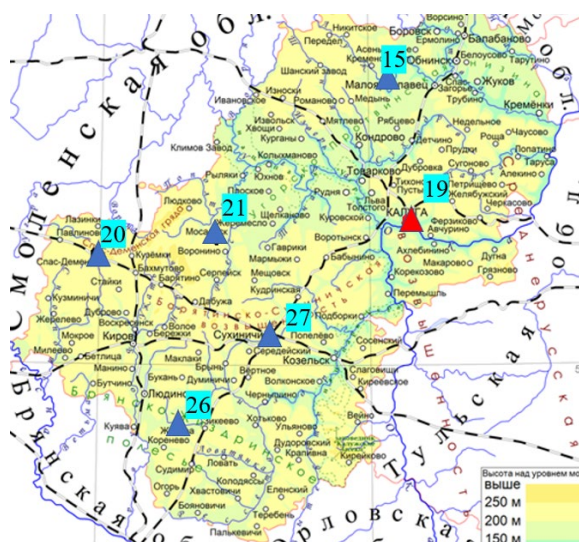


Рисунок 20 – Количество случаев 4 класса пожарной опасности за пожароопасный период 2023 года по метеостанциям Калужской области

3.1 Прогноз класса пожарной опасности в Калужском ЦГМС. Метод Нестерова.

Для вычисления комплексного класса пожарной опасности (КПО) нужны следующие данные за 13 часов по местному времени или в ближайший метеорологический срок (15 часов):

- 1) Температура воздуха
- 2) Точка росы
- 3) Количество выпавших осадков

Оценка КПО производится по таблице 17. Для характеристики степени пожарной опасности выделено 5 классов пожарной опасности. Величина показателя пожарной опасности может изменяться от 0 до более 10000 °С.

Если значение показателя выше 10000 градусов Цельсия, то опасность чрезвычайная [7].

Расчет показателя КПО:

- 1) Выбираем температуру и точку росы из синоптических за 15 часов местного времени.
- 2) Находим накопленную температуру. $(t - t_d) * t$
- 3) Из синоптических телеграмм берем значения осадков за 21 час прошедших суток и 09 текущих и подсчитываем их сумму
- 4) Если сумма осадков была 3 мм и больше, то сумма накопленных температур обнуляется и значение КП вычисляется, учитывая только значения температуры и точки росы [8].

Таблица 17 - Общероссийская шкала пожарной опасности

КПО	Класс пожарной опасности по условиям погоды	Степень пожарной опасности
До 300	I	–
От 301 до 1000	II	Малая
От 1001 до 4000	III	Средняя
От 4001 до 10000	IV	Высокая
Более 10000	V	Чрезвычайная

Таблица 18 – пример заполнения журнала КПО в Калужском ЦГМС

	Температура воздуха за 15 (МСК) $T^{\circ}C$	Температура точки росы за 12 (МСК) $Td^{\circ}C$	Разница между температурой воздуха и температурой точки росы за 12 (МСК) $(T^{\circ} - Td^{\circ})$	Сумма осадков за сутки (мм)	$T^{\circ} \times (T^{\circ} - Td^{\circ})$	Величина показателя пожарной опасности $^{\circ}C$	Класс пожарной опасности
14.04.2023							
Калуга	10,5	-7	17,5		184	184	1
Малоярославец	9,4	-9,7	19,1		180	180	1
Мосальск	10,7	-5,6	16,3		174	174	1
Сухиничи	9,6	-4,6	14,2		136	136	1
Спас-Деменск	11,7	-5,6	17,3		202	202	1
Жиздра	11	-3,8	14,8		163	163	1

Также в гидрометцентре используют данные с сайта Гидрометцентра России для прогноза пожарной опасности. Примеры представления фактических и прогностических данных о пожароопасности в лесных массивах на территории России за 3 мая 2025 г. показаны на рис. 20 (по данным сайта ФГБУ «Гидрометцентр России»).

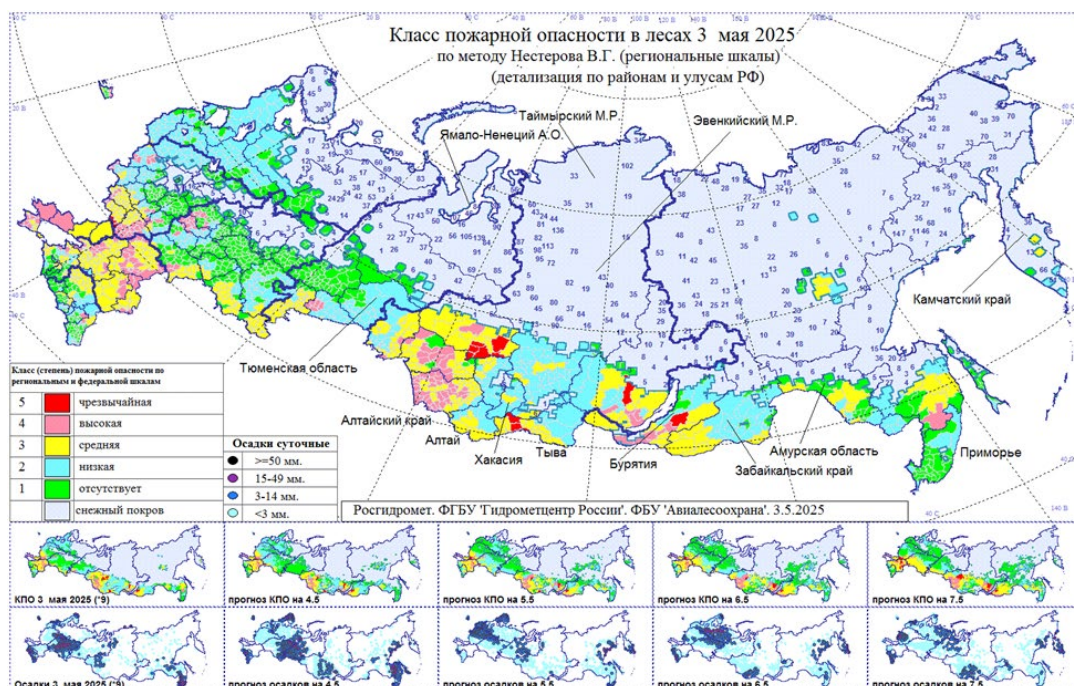


Рисунок 21 - Пожароопасность в лесных массивах на территории России за 3 мая 2025 г.

3.2 Разбор синоптических ситуаций, при которых были 3 и 4 классы пожарной опасности

1 случай.

Рассмотрим случай в период с 14.04.23 по 28.04.23, когда уровень пожарной опасности достиг высокого класса (4-й).

Таблица 19 - Синоптические ситуации в Калуге за период с 14.04.23 по 28.04.23

Дата	КПО	Температура	Синоптическая ситуация
14.04.2023	1	10,5	антициклон (южная часть)
15.04.2023	2	7,2	антициклон
16.04.2023	2	12	антициклон
17.04.2023	2	16,6	антициклон
18.04.2023	3	15,3	малоградиентное барическое поле
19.04.2023	3	18,1	малоградиентное барическое поле
20.04.2023	3	18,3	малоградиентное барическое поле
21.04.2023	3	17,1	малоградиентное барическое поле
22.04.2023	3	16,5	антициклон

23.04.2023	3	18,9	центр антициклона
24.04.2023	3	19,4	малоградиентное барическое поле
25.04.2023	3	17,6	центр циклона. Ложбина и фронт окклюзии с юга
26.04.2023	4	17,5	центр циклона. Теплый сектор. Фронт окклюзии
27.04.2023	4	19,6	малоградиентное барическое поле
28.04.2023	4	9,2	холодный фронт. 28.04 выпали осадки 8 мм



Рисунок 23 – Синоптическая ситуация в Калужской области 27.04.23



Рисунок 24 – Синоптическая ситуация в Калужской области 28.04.23

2 случай.

Из данных таблицы 20 следует, что накопление температур может происходить не только при антициклоне, но и при циклоне, если в пункте наблюдения не было осадков. Этот случай интересен тем, что 3 класс пожарной опасности (предшествует опасному 4 классу) наблюдался более 10-ти дней, далее в течение 4 дней наблюдался 4 класс, 18 июля выпали осадки в количестве 9 мм и 5-й класс не был достигнут.

Таблица 20 - Синоптические ситуации в Калуге в период с 29.06.23 по 18.07.23

Дата	КПО	Температура	Синоптическая ситуация
29.06.2023	1	14,8	центр циклона
30.06.2023	1	17,7	центр циклона
01.07.2023	2	25,4	малоградиентное барическое поле в циклоне
02.07.2023	2	23,4	малоградиентное барическое поле в циклоне
03.07.2023	3	24,1	циклон. Прошел холодный фронт
04.07.2023	3	24,9	центр антициклона
05.07.2023	3	22	центр антициклона
06.07.2023	3	27,8	центр антициклона
07.07.2023	3	25,2	Циклон. Холодный фронт
08.07.2023	3	22,1	малоградиентное барическое поле
09.07.2023	3	24,5	тыловая часть циклона
10.07.2023	3	18,4	тыловая часть циклона
11.07.2023	3	14,7	тыловая часть циклона
12.07.2023	3	15,4	малоградиентное барическое поле
13.07.2023	3	22,7	малоградиентное барическое поле
14.07.2023	3	23,6	центр циклона. фронт окклюзии
15.07.2023	4	21,3	антициклон
16.07.2023	4	23	малоградиентное барическое поле в антициклоне
17.07.2023	4	27,7	малоградиентное барическое поле в антициклоне
18.07.2023	4	21,5	холодный фронт в циклоне. 19.07 выпали осадки. 9 мм



Рисунок 25 – Синоптическая ситуация в Калужской области 15.07.2023



Рисунок 26 – Синоптическая ситуация 16.07.2023



Рисунок 27 – Синоптическая ситуация в Калужской области 17.07.23



Рисунок 28 – Синоптическая ситуация в Калужской области 18.07.23

3 случай.

В таблице 21 представлены данные по температуре, КПО и синоптическим ситуациям в Жиздре. Видно, что накоплению температур в этом случае по большей части способствовало малоградиентное барическое поле. Закончился этот период тем, что выпали осадки в количестве 3 мм. Этот случай интересен тем, что накопление температур происходило достаточно долго (т.е. без выпадения осадков 3 мм и более) и 4 класс пожарной опасности был больше 10-ти дней.

Таблица 21 – Синоптические ситуации в Жиздре в период с 01.05.23 по 27.05.23.

дата	КПО	температура	синоптическая ситуация
01.05.2023	1	12,8	передняя часть антициклона
02.05.2023	2	15,5	холодный фронт (циклон)
03.05.2023	2	11,9	малоградиентное барическое поле
04.05.2023	2	12,2	малоградиентное барическое поле
05.05.2023	3	12,4	антициклон
06.05.2023	3	7,9	антициклон
07.05.2023	3	8,7	антициклон
08.05.2023	3	10,3	центр антициклона
09.05.2023	3	11	центр антициклона
10.05.2023	3	14,3	центр антициклона
11.05.2023	3	17,4	малоградиентное барическое поле

12.05.2023	3	19	малоградиентное барическое поле
13.05.2023	3	23,5	малоградиентное барическое поле
14.05.2023	3	21,3	холодный фронт в антициклоне
15.05.2023	3	20	центр антициклона
16.05.2023	4	20,6	малоградиентное барическое поле
17.05.2023	4	22,7	малоградиентное барическое поле
18.05.2023	4	24,5	передняя часть циклона. Высокоградиентное барическое поле
19.05.2023	4	14,7	холодный фронт в циклоне
20.05.2023	4	13,8	центр циклона (это многоцентровая барическая депрессия)
21.05.2023	4	16,3	малоградиентное барическое поле
22.05.2023	4	20,2	малоградиентное барическое поле.
23.05.2023	4	22	малоградиентное барическое поле.
24.05.2023	4	20,6	малоградиентное барическое поле.
25.05.2023	4	24	малоградиентное барическое поле.
26.05.2023	4	25,5	малоградиентное барическое поле.
27.05.2023	4	20,6	передняя часть антициклона, 28.05 выпали осадки, 3 мм



Рисунок 30 – Синоптическая ситуация в Калужской области 17.05.23



Рисунок 31 – Синоптическая ситуация в Калужской области 18.05.23



Рисунок 32 – Синоптическая ситуация в Калужской области 26.05.23



Рисунок 33 – Синоптическая ситуация в Калужской области 27.05.23

4 случай.

В таблице 22 представлены данные о синоптических ситуациях, КПО и температурах в Сухиничах. Случай интересен тем, что накопление температур происходило почти месяц, а 4 класс пожарной опасности был почти 10 дней до конца пожароопасного периода в Калужской области, который закончился 30.09.23.

Таблица 22 – Синоптические ситуации в Сухиничах в период с 02.09.23 по 30.09.23.

дата	КПО	температура	синоптическая ситуация
02.09.2023	1	21,1	малоградиентное барическое поле
03.09.2023	2	20,8	малоградиентное барическое поле



Рисунок 35 – Синоптическая ситуация в Калужской области 22.09.23



Рисунок 36 – Синоптическая ситуация в Калужской области 29.09.23



Рисунок 37 – Синоптическая ситуация в Калужской области 30.09.23

5 случай.

В таблице 23 представлены данные о КПО, температурах и синоптических ситуациях в Мосальске в период с 28 апреля по 22 мая. На возникновение высокого класса пожарной опасности влиял антициклон и малоградиентное поле повышенного давления, КПО достиг 4 класса и с выпадением осадков более 3-х мм класс пожарной опасности снизился до 1-го 23 мая.

Таблица 23 – Синоптические ситуации в Мосальске в период с 28.04.23 по 22.05.23

дата	КПО	температура	синоптическая ситуация
28.04.2023	1	7	холодный фронт
29.04.2023	1	13,2	центр антициклона
30.04.2023	2	10	малоградиентное барическое поле
01.05.2023	2	11,3	передняя часть антициклона
02.05.2023	2	16	холодный фронт (циклон)
03.05.2023	2	11,2	малоградиентное барическое поле
04.05.2023	3	13,2	малоградиентное барическое поле
05.05.2023	3	11,1	антициклон
06.05.2023	3	7,9	антициклон

07.05.2023	3	9	антициклон
08.05.2023	3	10,4	центр антициклона
09.05.2023	3	13,1	центр антициклона
10.05.2023	3	14,9	центр антициклона
11.05.2023	3	16,3	малоградиентное барическое поле
12.05.2023	3	21,4	малоградиентное барическое поле
13.05.2023	3	22,7	малоградиентное барическое поле
14.05.2023	4	20,6	холодный фронт в антициклоне
15.05.2023	4	19,8	центр антициклона
16.05.2023	4	21,4	малоградиентное барическое поле
17.05.2023	4	23,4	малоградиентное барическое поле
18.05.2023	4	23,1	передняя часть циклона. Высокоградиентное барическое поле
19.05.2023	4	16,2	холодный фронт в циклоне
20.05.2023	4	13,3	центр циклона (это многоцентровая барическая депрессия)
21.05.2023	4	11,3	малоградиентное барическое поле
22.05.2023	4	18,6	малоградиентное барическое поле.

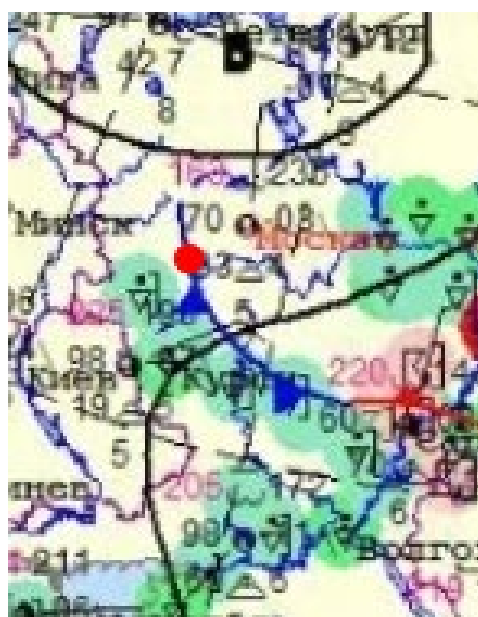


Рисунок 38 – Синоптическая ситуация в Калужкой области 14.05.23



Рисунок 39 – Синоптическая ситуация в Калужской области 15.05.23



Рисунок 40 – Синоптическая ситуация в Калужской области 21.05.23

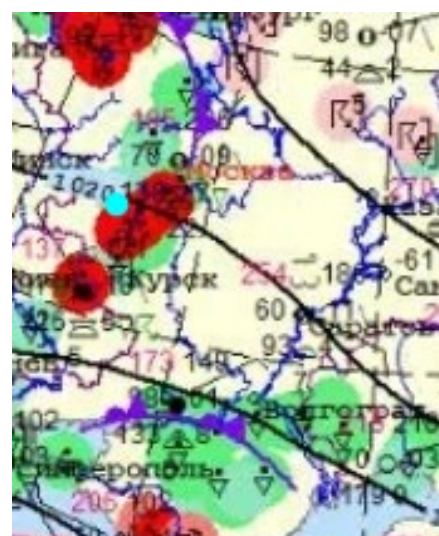


Рисунок 41 – Синоптическая ситуация в Калужской области 22.05.23

3.3 Влияние ветра на КПО

На основе данных о скорости и порывах ветра в шести населенных пунктах Калужской области, данных журнала КПО Калужского ЦГМС, а также отчета МЧС о количестве пожаров природного происхождения за 2023 год (21 пожар) был сделан вывод о том, что ветер влияет не столько на класс пожарной опасности, сколько на распространение пожара.

Например, из таблицы 24 видно, что в период с 14.04.23 по 28.04.23 в Калуге ветер не был сильным, а накопление температур и, следовательно, увеличение КПО продолжалось.

Таблица 24 – Данные по ветру в Калуге в период с 14.04.23 по 28.04.23

Дата	КПО	Ветер, м/с	Порывы, м/с
14.04.2023	1	3	11
15.04.2023	2	3	9
16.04.2023	2	2	8
17.04.2023	2	3	5
18.04.2023	3	3	6
19.04.2023	3	3	9
20.04.2023	3	3	9
21.04.2023	3	3	8
22.04.2023	3	2	4
23.04.2023	3	3	7
24.04.2023	3	3	7
25.04.2023	3	3	9
26.04.2023	4	3	9
27.04.2023	4	3	8
28.04.2023	4	3	9

Случай, представленный в таблице 25, интересен тем, что накопление температур происходило долго, а значения скорости ветра были все равно малы.

Таблица 25 – Данные по ветру в Жиздре в период с 01.05 по 27. 05

Дата	КПО	Ветер, м/с	Порывы, м/с
01.05.2023	1	4	11
02.05.2023	2	3	7
03.05.2023	2	3	7
04.05.2023	2	1	5
05.05.2023	3	3	8
06.05.2023	3	2	8
07.05.2023	3	3	6
08.05.2023	3	3	7
09.05.2023	3	2	7
10.05.2023	3	2	7
11.05.2023	3	2	6
12.05.2023	3	3	7
13.05.2023	3	3	8
14.05.2023	3	2	8
15.05.2023	3	4	6
16.05.2023	4	3	9
17.05.2023	4	3	9
18.05.2023	4	2	8
19.05.2023	4	3	8
20.05.2023	4	2	10
21.05.2023	4	3	6
22.05.2023	4	4	8
23.05.2023	4	4	10
24.05.2023	4	2	6
25.05.2023	4	2	8
26.05.2023	4	2	4
27.05.2023	4	3	9

Из данных таблицы 26 точно также следует, что ветер не влияет на класс пожарной опасности.

Таблица 26 – Данные по ветру в Спас-Деменске в период с 02.09.23 по 30.09.23

Дата	КПО	Ветер, м/с	Порывы, м/с
02.09.2023	1	2	6
03.09.2023	2	2	4
04.09.2023	2	1	7
05.09.2023	3	2	5
06.09.2023	3	3	9
07.09.2023	3	4	9
08.09.2023	3	2	8
09.09.2023	3	2	6
10.09.2023	3	3	5
11.09.2023	3	2	3
12.09.2023	3	4	4
13.09.2023	3	4	6
14.09.2023	3	1	8
15.09.2023	3	3	3
16.09.2023	3	3	6
17.09.2023	3	4	6
18.09.2023	4	2	5
19.09.2023	4	4	9
20.09.2023	4	4	10
21.09.2023	4	2	4
22.09.2023	4	3	8
23.09.2023	4	3	7
24.09.2023	4	4	8
25.09.2023	4	2	5
26.09.2023	4	1	4
27.09.2023	4	1	3
28.09.2023	4	2	5
29.09.2023	4	2	5
30.09.2023	4	4	8

Из таблицы 27 следует, что независимо от скорости ветра класс пожарной опасности в Малоярославце возрастал.

Таблица 27 – данные по ветру в Малоярославце в период с 03.06.23 по 22.06.2023.

Дата	КПО	Ветер, м/с	Порывы, м/с
03.06.2023	1	4	10
04.06.2023	1	3	7
05.06.2023	2	3	8
06.06.2023	2	3	7
07.06.2023	3	4	10
08.06.2023	3	3	6
09.06.2023	3	3	8
10.06.2023	3	3	9
11.06.2023	3	4	11
12.06.2023	3	4	11
13.06.2023	3	3	10
14.06.2023	3	2	8
15.06.2023	3	2	7
16.06.2023	4	2	6
17.06.2023	4	1	6
18.06.2023	4	2	6
19.06.2023	4	2	6
20.06.2023	4	4	9
21.06.2023	4	3	7
22.06.2023	4	2	6

Из таблицы 28 следует, что в Мосальске ветер также не влиял на класс пожарной опасности.

Таблица 28 – Данные по ветру в Мосальске в период с 28.04.23 по 22.05.23.

Дата	КПО	Ветер, м/с	Порывы, м/с
28.04.2023	1	4	8
29.04.2023	1	3	7
30.04.2023	2	3	7
01.05.2023	2	4	11
02.05.2023	2	3	7
03.05.2023	2	4	8
04.05.2023	3	2	3
05.05.2023	3	3	7
06.05.2023	3	3	9
07.05.2023	3	2	6
08.05.2023	3	2	6
09.05.2023	3	2	6
10.05.2023	3	2	6
11.05.2023	3	3	8
12.05.2023	3	2	6
13.05.2023	3	3	9
14.05.2023	4	3	8
15.05.2023	4	2	6
16.05.2023	4	4	10
17.05.2023	4	4	9
18.05.2023	4	3	7
19.05.2023	4	2	7
20.05.2023	4	3	9
21.05.2023	4	2	6
22.05.2023	4	3	9

Из таблицы 29 следует, что ветер в Сухиничах не влиял на класс пожарной опасности

Таблица 29 – Данные по ветру в Сухиничах в период с 02.09.23 по 30.09.23

Дата	КПО	Ветер, м/с	Порывы, м/с
02.09.2023	1	3	8
03.09.2023	2	1	3
04.09.2023	2	3	6
05.09.2023	2	2	4
06.09.2023	3	4	9
07.09.2023	3	4	10
08.09.2023	3	4	8
09.09.2023	3	3	7
10.09.2023	3	2	6
11.09.2023	3	1	3
12.09.2023	3	1	3
13.09.2023	3	3	6
14.09.2023	3	3	7
15.09.2023	3	2	4
16.09.2023	3	3	6
17.09.2023	3	3	7
18.09.2023	3	3	5
19.09.2023	3	4	9
20.09.2023	3	4	9
21.09.2023	4	3	5
22.09.2023	4	4	9
23.09.2023	4	4	9
24.09.2023	4	4	9
25.09.2023	4	3	7
26.09.2023	4	2	5
27.09.2023	4	1	3
28.09.2023	4	3	5
29.09.2023	4	2	5
30.09.2023	4	3	7

Заключение

Был произведен анализ класса пожарной опасности по Калужской области за 2023 год.

Оценены синоптические ситуации, влияющие на класс пожарной опасности. Сделан вывод о том, что высоких значений КПО в основном достигает из-за антициклона или малоградиентного барического поля. Значение КПО сбрасывается до 1-го класса, когда в пункте наблюдений выпадают осадки в количестве 3 или более мм. Это может произойти в следствии прохождения фронтов или локального формирования конвективной облачности в области повышенного давления или антициклоне.

В Жиздре и Сухиничах было больше всего дней с высоким (4-м) классом пожарной опасности (26 и 27 соответственно). Это связано с расположением станций (более южное) и более высокими температурами.

Также был произведен анализ влияния ветра на КПО. Прямой зависимости ветра на КПО не обнаружено, но скорость и направление ветра может негативно влиять на пожарную опасность с точки зрения распространения пожаров по территории.

Список литературы

- 1) Перминов В.А., Федорова О.П., Шипулина О.В. Методика численного решения задач теории лесных пожаров и охраны окружающей среды // Томск, ТГУ. Деп. ВИНТИ. № 7-В95 от 10.01.95. – 70 с.
- 2) Сайт Авиалесоохраны <https://aviales.ru/>
- 3) <https://wildfires.strelka-kb.com/>
- 4) <http://www.pogodaiklimat.ru/climate/27705.htm>
- 5) <https://ispb.info/partnery/regionalnyie-partneryi/kaluzhskaya-oblast.html>
- 6) <https://www.kaluga.ru/history/23>
- 7) <https://method.meteorf.ru/danger/fire/calculate/calculate.html>
- 8) журнал КПО Калужского ЦГМС
- 9) https://toglht.ru/files/kursy_pk/2023/tema_No_2/tema_No_2_lesnaya_pirologiya.pdf
- 10) <https://propb.ru/library/wiki/vlazhnost-vozdukha>
- 11) <https://fireman.club/statyi-polzovateley/pozharoopasnyiy-period-bezopasnosti-podgotovka/>