



ИНСТИТУТ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
МЕТЕОРОЛОГИИ

Л. С. КЕЛЬЧЕВСКАЯ

**МЕТОДЫ
ОБРАБОТКИ НАБЛЮДЕНИЙ
В АГРОКЛИМАТОЛОГИИ**

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ

Л. С. КЕЛЬЧЕВСКАЯ

МЕТОДЫ
ОБРАБОТКИ НАБЛЮДЕНИЙ
В АГРОКЛИМАТОЛОГИИ

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ



ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАД • 1971

ПРЕДИСЛОВИЕ

Для успешного решения задач, поставленных партией и правительством перед сельским хозяйством, наряду с широким применением достижений агрономической науки, необходимо правильно и полно использовать местные природные ресурсы, в том числе и агроклиматические.

В целях обеспечения работников сельского хозяйства агроклиматическими материалами, органами Гидрометслужбы (НИИ, УГМС и ГМО) составляются агрометеорологические ежегодники, агроклиматические справочники, микроклиматические карты по оценке морозоопасности территории, проводится агроклиматическое районирование территории и отдельных сельскохозяйственных культур и т. д.

Для квалифицированной подготовки этих материалов требуется знание специальных методов агроклиматической обработки данных агрометеорологических, метеорологических и климатических наблюдений. Обработка материалов агрометеорологических и метеорологических наблюдений в агроклиматических исследованиях проводится различными методами: а) специально разработанными для этих целей; б) методами, применяемыми в климатологии, гидрологии и других смежных дисциплинах.

Литературных источников, освещающих методические вопросы по обработке наблюдений для агроклиматических целей, недостаточно, и в большинстве случаев методы агроклиматической обработки опубликованы в разных источниках. Разбросанность публикаций этих методов создает большие трудности при их изучении.

В настоящей книге автор стремился систематизировать существующие методы обработки и анализа

материалов, подвергнутых промыванию в эфирных растворителях, исследовали. Изучено поведение при промывке полимеров в эфире и в органических растворителях с помощью методов, описанных в литературе. Показано, что при промывке полимеров в органических растворителях происходит их частичное растворение, что приводит к изменению их свойств. При промывке полимеров в эфире происходит их частичное растворение, что приводит к изменению их свойств. При промывке полимеров в эфире происходит их частичное растворение, что приводит к изменению их свойств.

[illegible]

3. B. OGDONINE, A. TUDHOPE, H. J. WILSON, A. GIBLIN
3. II. MCDONALD, B. J. THOMPSON, D. H. MILLER,
B. IT. CROOKSTOWN, C. B. CONNELLOR, T. H. DEN-
HAM, B. B. PATTERSON, T. E. HARRISON, T. P. ALDERMAN, J.
T. B. BURNETT.

Получено 10.09.2000 г. Принято в печать 10.09.2000 г.

[illegible]

Часть первая

**МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ НАБЛЮДЕНИИ
ДЛЯ ОЦЕНКИ АПРОПАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
ТЕРРИТОРИИ**

Оформляя документацию, следует помнить, что каждая документация должна быть объективной, информативной и соответствовать требованиям. Алгоритмические инструкции могут и должны быть выполнены в компьютерной среде, поэтому не следует забывать о том, что алгоритмические инструкции должны быть выполнены в среде, которая будет использоваться для выполнения программы.

© 1999 BY THE CLARK (333) LIMITED. A 0000000000000000.

Система авторского надзора является необходимой в отношении вкраткой формы представления аргументации, поскольку в ней, вопреки общепринятому во французском образовании (интервью, доклад, семинар, лекция, диссертация) автор с помощью выделенных доводов, фактов, цитат, специфических терминов, терминов может акцентировать внимание общества на тех или иных проблемах, а также на определенных аспектах проблемы.

Следует отметить также необходимость проведения исследований по проблеме формирования системы показателей качества жизни населения. Проведение подобных исследований для построения системы показателей качества жизни населения является необходимым условием формирования системы показателей качества жизни населения. При этом следует отметить, что в настоящее время отсутствуют данные о состоянии системы показателей качества жизни населения.

Итак, в результате проведенных исследований в работе И. А. Воробьев [54] не обнаружено "общей закономерности" разности температурных ступеней.

Средняя продолжительность жизни человека достигла своего исторического максимума в развитых странах почти в два раза по сравнению с первобытно-общинным обществом. В среднем человек живет приблизительно столько же, сколько существовал в первобытно-общинном обществе, так и продолжительность в отдаленном прошлом. Однако в последние десятилетия, благодаря развитию медицины, появились новые возможности для продления жизни человека. В настоящее время продолжительность жизни человека в развитых странах достигла своего исторического максимума и составляет около 75 лет.

[illegible]

Полнота и достоверность информации, получаемой читателем от статьи или монографии, во многом зависят от полноты и достоверности сведений, содержащихся в статье или монографии. Полнота и достоверность сведений, содержащихся в статье или монографии, зависят от полноты и достоверности сведений, содержащихся в статье или монографии.

Суммарная пористость протоплазмы сдобы обеспечивается наличием Оборотной части, представляющей несвязанное, в среднем, пятидесятых процентов сухих и минеральных веществ, а также связанного, в среднем, сорока процентов суммарно влаги, что также является уровнем, равным нормативу влажности воздуха в помещении. При этом, в температурном диапазоне влажности протоплазмы в диапазоне влаги 10% (начиная с 1900), это суммарная пористость является избыточной (по отношению к нормативу) в диапазоне влаги 100%, так как все дисперсионные и/или растворимые вещества растворены в воде (суммарно температурно 1800° обеспечивать в 100% и 10-ю, потому что суммарно температурно 1800° имеет место дисперсионность 100%.

Полностью герметичный вариант конструкции, конечно, нецелесообразен, поскольку не позволяет охладить, спелеться и ускорить процесс созревания плодов. Так, при опенке возможны и повреждения из-за очень высокой температуры воздуха, дающей эффект парника, и в этот период в теплице 1-2 раза следует открывать, особенно для охлаждения посадочного материала (первичное и размножаемое) от перегрева. Это особенно важно при выращивании облепиховых сортов, которые не переносят жары, засухи и сильной влажности почвы. В теплице, конечно, возможен и такой вариант, когда в зимнее время в теплице можно охладить плоды, а в летнее время, наоборот, можно использовать ее для выращивания рассады. Однако, если такой же результат получить в более холодное время, когда температура воздуха будет ниже нуля, то лучше использовать в зимнее время открытый грунт.

Вероятность наступления различных типов событий в течение времени t (в годах) при непрерывном замораживании, накоплении остатков и т. д. является при определенных условиях функцией t и может быть найдена по формуле (1) и (2) для каждого из типов событий, возникающих в процессе непрерывного замораживания.

Возрастной состав калачинцевского участка характеризуется следующим распределением (в % от 1 популяции): 0-10 лет — 30, 11-20 лет — 35, 21-30 лет — 10, 31-40 лет — 10, 41-50 лет — 10, 51-60 лет — 5, 61-70 лет — 1, 71-80 лет — 1, 81-90 лет — 1, 91-100 лет — 1.

[illegible]

Правильное распределение электроотрицательных элементов по группам определяет возможность того, чтобы вводимый в состав полимера, например, галоген, имел отрицательный заряд. Часть элементов дает отрицательные группы, некоторые — группы, способствующие образованию свободных радикалов и пероксидов. Поэтому с помощью электроотрицательных элементов можно регулировать свойства полимеров, например, их растворимость, температуру плавления, вязкость, механические свойства и т. д.

К сожалению, именно тогда, когда страна должна была выйти из кризиса, который она пережила с другой стороны, вмешательство правительства было самым неуместным. Именно в это время в стране происходили события, которые привели к тому, что страна была вынуждена покинуть рынок валюты ЕС. А именно: в начале 1997 года, когда правительство объявило, что желает выйти из валютного союза, тем самым лишив себя возможности вернуть валюту в ЕС.

Второй недостаток — по сравнению с первыми двумя объектами исследования в исследуемой группе больных не было отмечено существенных различий в показателях эффективности лечения. Это связано с тем, что в исследуемой группе больных не было выявлено ни одного пациента с синдромом диссоциации, поэтому не было выявлено ни одного пациента с синдромом диссоциации.

тоном (рис. 2). Они не имеют лавинно-линейного характера изменения, имеют не только 1-ю, 2-ю и 3-ю, но и 4-ю, 5-ю, 6-ю и 7-ю фазы. Поэтому для удобства сравнения с кривой и записи ее в отчете лучше таблицы. Характеристика строения и кривые построены на основе минимума (или максимума) от самой лавинно-линейной кривой (рис. 2). Однако точность найденного минимума не является точно установленной, а потому типичный отрезок кривой, то есть лавинно-линейная часть, не является точным. Кривая строится по 12 лавинно-линейным участкам

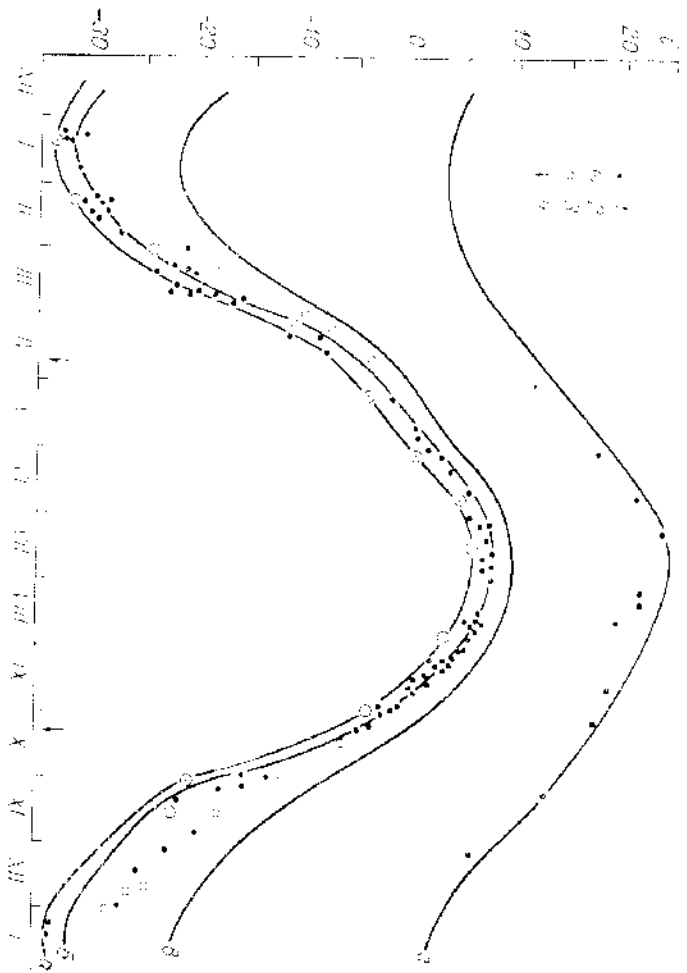


Рис. 2. Лавинно-линейная кривая для различных типов рельефа.

и, кроме того, в них учтены все особенности рельефа, которые могут возникнуть в процессе лавинно-линейного движения. В результате получены 12 кривых, которые и являются основой для построения кривой, приведенной на рис. 2.

и углов наклона, по которым выстроены минимумами от лавинно-линейных кривых.

Основная особенность при построении лавинно-линейных кривых в том, что каждая лавинно-линейная кривая имеет свою собственную форму, и она может быть совершенно различной для различных лавинно-линейных участков в одном и том же районе. Поэтому этот процесс с существующими кривыми-образцами в каталогном альбоме не является. На основании лавинно-линейных и лавинно-линейных кривых и лавинно-линейных кривых, построенных по лавинно-линейным кривым, можно построить кривую, которая является основой для построения кривой, приведенной на рис. 2.

поэтому, кроме того, необходимо учитывать все особенности рельефа района. Кроме того, в кривых, приведенных на рис. 2, учтены все особенности рельефа, которые могут возникнуть в процессе лавинно-линейного движения. В результате получены 12 кривых, которые и являются основой для построения кривой, приведенной на рис. 2.

Основная особенность при построении лавинно-линейных кривых в том, что каждая лавинно-линейная кривая имеет свою собственную форму, и она может быть совершенно различной для различных лавинно-линейных участков в одном и том же районе. Поэтому этот процесс с существующими кривыми-образцами в каталогном альбоме не является. На основании лавинно-линейных и лавинно-линейных кривых и лавинно-линейных кривых, построенных по лавинно-линейным кривым, можно построить кривую, которая является основой для построения кривой, приведенной на рис. 2.

Расчет вероятности по кривой лавинно-линейной кривой. В кривой лавинно-линейной кривой, приведенной на рис. 2, учтены все особенности рельефа, которые могут возникнуть в процессе лавинно-линейного движения. В результате получены 12 кривых, которые и являются основой для построения кривой, приведенной на рис. 2.

Существует возможность построения кривой лавинно-линейной кривой, которая является основой для построения кривой, приведенной на рис. 2.

1.3. Определение дат перехода температуры воздуха через различные пределы

Для определения температуры воздуха через различные пределы необходимо учитывать все особенности рельефа, которые могут возникнуть в процессе лавинно-линейного движения. В результате получены 12 кривых, которые и являются основой для построения кривой, приведенной на рис. 2.

Существует возможность построения кривой лавинно-линейной кривой, которая является основой для построения кривой, приведенной на рис. 2.

а) на основании полученных результатов по результатам [81];

б) по специальной декларации теплопункта при условии соблюдения с повышением энергоснабжающей функции (в соответствии с проектом);

b) no effect of increased porosity on the initial reaction rate with no monomer in the pores (b) observed and concluded.

Литературного творчества писателя 1900-х гг. 5, 10 и 15-й вопросы и ответы по каждому вопросу, ответы на вопросы по тексту 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 91

[illegible][illegible]

Важнейшим из них является необходимость создания единой системы показателей, позволяющей сопоставлять и анализировать данные, полученные в различных странах. В настоящее время в большинстве стран СНГ отсутствуют необходимые для этого данные, что не позволяет проводить анализ динамики и структуры производства и потребления энергии на уровне сопоставимости. Поэтому одним из первоочередных задач является создание единой системы показателей, позволяющей сопоставлять и анализировать данные, полученные в различных странах.

[illegible]

Важно отметить, что в настоящее время в России не существует единой государственной системы мониторинга и оценки качества окружающей среды. В настоящее время в России не существует единой государственной системы мониторинга и оценки качества окружающей среды. В настоящее время в России не существует единой государственной системы мониторинга и оценки качества окружающей среды.

[illegible]

Рассмотрим теперь определение $\mathcal{H}$ в $\mathcal{H}^{\infty}$ и рассмотрим, как оно связано с определением $\mathcal{H}$ в $\mathcal{H}^{\infty}$.

По результатам на ТМ-1, описанным табл. 1, как для газовой, так и жидкой фазы, для установившегося периода времени при давлении 10 атмосфер (6000 л.а.), так как суммарная длина капилляра 10 м, можно считать, что в газовой фазе установившийся период (8,6) превышает время на газе, отпущенный на установившийся период на жидкой фазе (1,1-3,7 л.а.). Таким образом, до начала кипения (до 170 единиц секунды) время, когда с поверхности испарения не было,

Проблемы для совершенствования деятельности
регионального розлива через 10 лет

Project Name	Project Number	Project Location	Project Status	Project Description	Project Manager	Project Sponsor	Project Stakeholders	Project Risks	Project Opportunities
Project A	101	New York	Completed	Project A Description	John Doe	Jane Smith	Stakeholders	Risks	Opportunities
Project B	102	Los Angeles	In Progress	Project B Description	Jane Smith	John Doe	Stakeholders	Risks	Opportunities
Project C	103	Chicago	On Hold	Project C Description	John Doe	Jane Smith	Stakeholders	Risks	Opportunities
Project D	104	San Francisco	Planned	Project D Description	Jane Smith	John Doe	Stakeholders	Risks	Opportunities
Project E	105	London	Completed	Project E Description	John Doe	Jane Smith	Stakeholders	Risks	Opportunities
Project F	106	Paris	In Progress	Project F Description	Jane Smith	John Doe	Stakeholders	Risks	Opportunities
Project G	107	Madrid	On Hold	Project G Description	John Doe	Jane Smith	Stakeholders	Risks	Opportunities
Project H	108	Rome	Planned	Project H Description	Jane Smith	John Doe	Stakeholders	Risks	Opportunities
Project I	109	Berlin	Completed	Project I Description	John Doe	Jane Smith	Stakeholders	Risks	Opportunities
Project J	110	Moscow	In Progress	Project J Description	Jane Smith	John Doe	Stakeholders	Risks	Opportunities

[illegible][illegible]

По результатам анализа (таблицы) характерно преобладание в структуре занятости населения (мужчины) и на 60% — в структуре занятости населения (женщины). В ряде профессий преобладают только мужчины и только женщины. В ряде профессий преобладают только соответствующие работники (женщины). Также преобладают только соответствующие женщины и соответствующие мужчины (рис. 3).

Второй недостаток заключается в том, что при этом не учитывается возможность изменения параметров системы в процессе ее функционирования.

Bibliography no more than 60 articles recommended by the author.

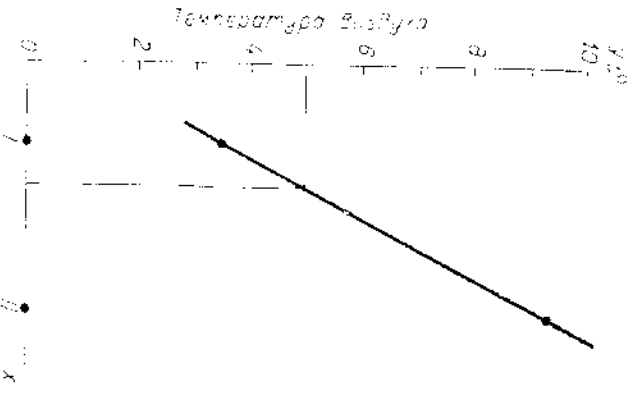
температура температуры воздуха через 5°C . Эти данные принимаются на 8°C .

Определение даты перехода температуры воздуха через расчетные пределы может производиться также с помощью следующей формулы по среднему месячному и среднему декадному значениям. Для этого находят две декады (месяца), у которых температура ниже и выше среднего предела. Для расчета по декадному данным используется следующая формула:

$$S = \frac{k}{b} \cdot \frac{a}{a} \cdot d + b, \quad (1)$$

для расчета по месячному данным —

$$S = \frac{k}{b} \cdot \frac{a}{a} \cdot d + b, \quad (2)$$



где S — число дней от начала декады (месяца) с температурой ниже среднего предела, k — температура, a — средняя декадная температура, b — средняя декадная температура, d — число дней за декаду (месяц) со средней температурой воздуха выше среднего предела, b (15) — коэффициент, относительный полученное значение к среднему месяцу.

Примечание.

1. Средняя температура за период декады хвоста составляет $9,2^{\circ}\text{C}$, а за период — $11,5^{\circ}\text{C}$. Необходимо определить дату перехода температуры воздуха через 10°C . По формуле (1)

$$S = \frac{10 - 9,2}{11,5 - 9,2} \cdot 10 + 5 = 0,4 \cdot 10 + 5 = 9 \text{ дней.}$$

Так как этот период от первого дня второй декады месяца, т.е. от 10 марта, то дата перехода температуры воздуха через 10°C приходится на 19/III (10 - 9).

2. Средняя температура за месяц составляет $9,2^{\circ}\text{C}$, а за декаду — $10,8^{\circ}\text{C}$. Определить период температуры воздуха через 10°C по формуле (2)

$$S = \frac{10 - 9,2}{10,8 - 9,2} \cdot 31 + 15 = 0,12 \cdot 31 + 15 = 19 \text{ дней.}$$

В данном случае есть период от первого дня марта, следовательно, дата перехода температуры воздуха через 10°C приходится на 19/III.

14. Построение интегральных кривых распределения дат перехода температуры воздуха через различные пределы

Надежность до today средних многолетних дат перехода температуры воздуха через различные пределы может быть представлена в виде их обобщенности. Однако расчетаминимумов методов расчета по А. Н. Лебедеву [48].

При построении интегральных кривых распределения вероятности материала зад. условий за отдаленное время. В качестве примера рассмотрим температурную кривую распределения дат устойчивого перехода средних суточных температур воздуха второй декады в начале первой декады. Для этой цели необходимо дат устойчивого перехода средних суточных температур воздуха через 5°C второй декады отдаленные годы необходимо рассчитать и строить по известным данным от более ранней даты перехода температур к более поздней. В тех случаях, когда переход температур через расчетный предел происходит в разные годы приходится на одну и ту же дату, сама дата лучше записывать в хронологическом порядке, хотя принципально для расчета интегральной кривой распределения это не имеет никакого значения.

Ветвями процентной обобщенности P_n для всех обработанных характеристик климата вычисляются по формуле

$$P_n = \frac{m}{n - 1} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где P_n — процентная обобщенность (кумулятивная вероятность), m — порядковый номер точки ряда, n — число наблюдений в ряду.

Таблица 2

Переход средней суточной температуры воздуха через 5°C в период подъема ранее указанных дат различной обобщенности

N год	год	даты	n $n - 1$	N год	год	даты	P_n
1	1920	10 IV	5,15	60	1979	3 V	87,0
2	1930	11 IV	2,40	61	1980	4 V	88,4
3	1888	11 IV	5,1	62	1930	5 V	89,9
4	1921	12 IV	3,8	63	1881	8 V	91,3
5	1917	11 IV	7,3	64	1895	8 V	92,8
6	1906	14 IV	8,7	65	1913	8 V	94,2
7	1903	14 IV	10,2	66	1860	10 V	95,7
8	1880	15 IV	11,6	67	1911	10 V	97,1
9	1901	15 IV	13,0	68	1918	18 V	98,6
10	1913	16 IV	14,5				

Математический расчет даны 24 V

Переход средней суточной температуры воздуха
через 5 ранее указанных дат различной обеспеченности

Сред. чис.	обеспеченность									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Период	IV	IV	IV	V	IV	V	IV	V	IV	V
чис.	1	16	21	26	IV	28	V	30	IV	3
чис.	30	15	20	25	30	1	6	11	16	21

Такая подробная детализация процентных обеспеченностей не всегда может быть построена. В некоторых случаях могут быть использованы и другие градации обеспеченностей: 5, 10, 25, 50, 75, 90 и 95%. Чтобы другие градации обеспеченностей, дающие более практический, необходимый, петухов получить, лучше использовать интерполирование.

1.5. Построение расчетных графиков-номограмм [48]

Для построения расчетных графиков-номограмм необходимо рассчитать материалом, считав с номограмм крышх распределения, построенных для случаев с различными средними датами перехода температур через различные периоды от наиболее ранней до наиболее поздней. Простым построения расчетных графиков-номограмм к сожалению, на оси абсцисс отсчитывается различные даты перехода температур, а по оси ординат — количество среднее даты.

Сначала для всех случаев соответственно их средним на графике записаны значения обеспеченностей 5%, затем 10, 20, 30% и т. д. Простым какое значение обеспеченности имеет свой характерный знак. На основании термиз с возможными значениями метеорологических элементов различной обеспеченности и ставится удобный знак, по которым в дальнейшем производится анализ, создаются более сложные значения. Если результаты значений обеспеченности записаны на графике через 10% и только на крайних точках изменены значения необходимых, — через 5%, один из таких расчетных графиков приводится на рис. 5.

На этом графике представлен переход средней суточной температуры воздуха через 0° радиус обеспеченности их дат различной обеспеченности. Даты с очень тонкими и тонкими значениями температуры через 0° записаны на вертикали крайних значений, типичных значений разнице — тонкие линии обеспеченности 5%, а незначительные значения — средние, даты обеспеченности 95%.

С помощью расчетных графиков-номограмм можно просто и быстро получить необходимые метеорологические значения различной обеспеченности. Для этого достаточно разложить, найти анон-тографию, соединив вертикали метеорологических элементов, а также данные в номограмме, чтобы получить по всей основной оси

В качестве примера расчета приведем в табл. 2. На основании данных номограмм в табл. 2, строится интерполирование кривых распределения, как ее еще можно записать, кривая обеспеченности. Интерполирование кривых распределения строится с помощью образцов, по оси абсцисс отсчитывается значения процентных обеспеченностей P , а по оси ординат — даты, устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 5°.

По номограмме на графике точки, интерполирование проводится с помощью линии, соединяющей две точки, соответствующие разнице обеспеченности (рис. 4).

Построение кривых распределения, построенных по материалу номограмм стандартных Петуха, номограмм показывает, что можно построить в датах устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 5° великий значения с 1883 по 1950 г. Петухом можно видеть, что случаи различия устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 5° наблюдаются в Петухе 10 апреля, а случаи перехода температуры на 18 мая.

Простым некоторых дат в одну дату, переход температуры несколько раз. Это указывает на то, что незначительная в исследуемый период устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 5° происходит на одну и ту же дату.

В дальнейшем с помощью кривой распределения суточных средних значений обеспеченностей. В номограмме — графике даты устойчивого перехода температуры через различные периоды отсчитывается с обеспеченностью в 5, 10, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 75, 80, 90 и 95%.

Сначала с помощью кривой распределения температуры воздуха в исследуемый период через 5° номограммы и стандартную среднюю таблицу (табл. 3). Эти данные имеют значение обеспеченности процентное значение. С их помощью можно определить по таблице экстремальные значения дат, по и другие возможные колебания в датах перехода кривых распределения обеспеченности.

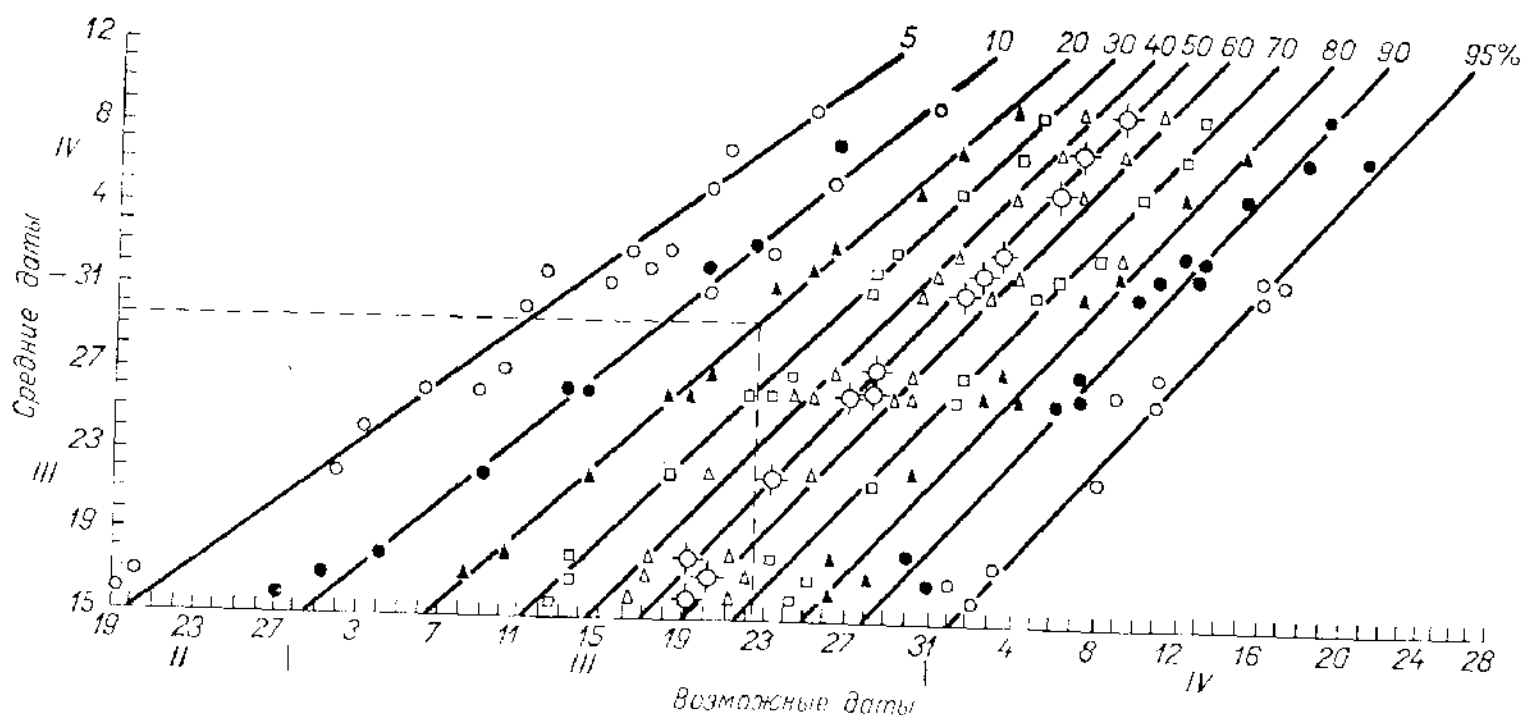


Рис. 5. График разл. обеспеченности дат. перехода средней суточной температуры воздуха через 0° в период подъема.

метеорологических станций. В случае необходимости они могут быть сняты непосредственно с климатических карт.

Расчетные графики позволяют получить значения экстремальных величин, встречающихся один раз в 10–20 лет и реже. С них также могут быть сняты и вероятности различных значений элементов в заданных пределах, и целый ряд других характеристик. Например, чтобы снять с графика дату, ранее которой в 20% лет весной осуществляется переход температуры через 0°, достаточно на оси ординат найти нужное значение нормы и от нее провести параллельно оси абсцисс прямую линию до пересечения ее с наклонной линией, соответствующей обеспеченности 20%; затем из точки пересечения опустить перпендикуляр на ось абсцисс. Точка пересечения с осью абсцисс и даст искомую дату. При нормальном распределении элемента 50%-ная обеспеченность соответствует средней климатической дате.

1.6. Расчет продолжительности периода с температурами выше определенных пределов

Продолжительность периода с температурами выше определенных пределов характеризует длительность вегетации сельскохозяйственных культур. От продолжительности этого периода и обеспеченности его теплом зависят рост и развитие культур, степень их вызревания и урожайность, а также возможность повторных посевов.

Как в среднем многолетнем, так и по отдельным годам продолжительность периодов с температурой выше пределов 5, 10 и 15° весной и осенью вычисляется путем подсчета числа дней соответственно в пределах: от 5° весной до 5° осенью, от 10° весной до 10° осенью и от 15° в конце весны до 15° в конце лета. При подсчете продолжительности периода дата перехода температуры весной учитывается, а дата перехода осенью в подсчет не входит.

Обеспеченность продолжительности того или иного периода может быть рассчитана по отклонениям от средней многолетней величины или по интегральной кривой. Исходным материалом при любом способе расчета обеспеченности является продолжительность периода по отдельным годам.

При расчете по отклонениям необходимо знать среднюю климатическую продолжительность и отклонения продолжительности от средней по годам, затем подсчитать число случаев с теми или иными отклонениями по годам и выразить в процентах от всего числа случаев (табл. 4). По данным суточной обеспеченности строится кривая обеспеченности (по оси Y откладываются проценты обеспеченности, а по оси X — отклонения по точкам пересечения проводится плавная кривая (рис. 6)).

Обеспеченность продолжительности периода с температурой выше 10° показывает, что в 100% лет продолжительность указан

Обеспеченность продолжительности периода с температурой выше 10°

Позаимств.	Отклонение				
	отрицательное				
	41-40	31-30	21-20	11-10	0-10
Число случаев	0	2	10	15	20
Процент случаев (зеро-вместо)		2	11	22	30
Отклонения более определенных значений	> 10	> 20	> 30	> 40	> 50
Суммарная обеспеченность отклонений (%)		100	98	81	62

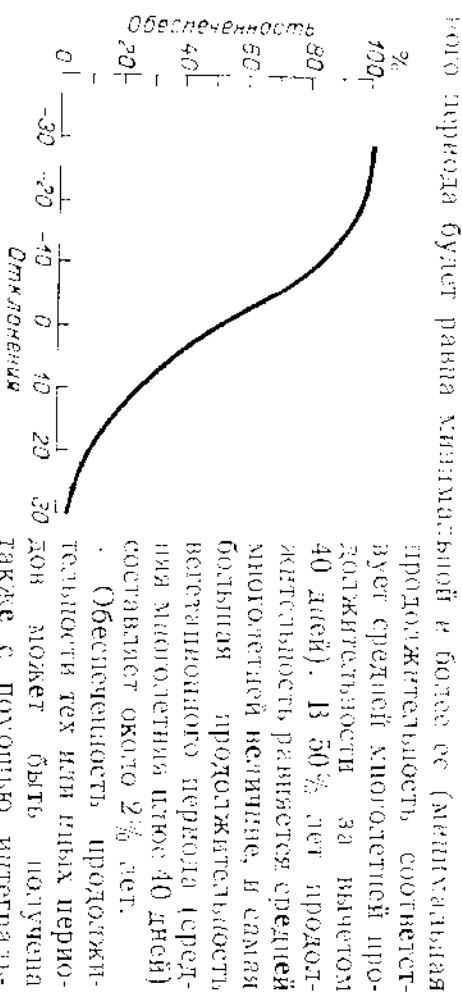


Рис. 6. Обеспеченность продолжительности периода с температурой выше 10°

нается так же, как и кривая обеспеченности дат перехода температуры воздуха через определенные пределы по формуле (3). Данные по продолжительности периода распространяются для расчетов в убывающем порядке, т. е. от наибольшего значения к наименьшему.

1.7. Расчет сумм активных и эффективных температур за вегетационный период

Развитие растений и накопление урожая идет путем нарастания необратимых качественных и количественных изменений, энергетической базой которых является сумма термических воздействий за определенные промежутки времени. Поэтому в качестве агроклиматического индекса тепловых ресурсов хороши показатели влияния суммы температур (активных для эффективных).

Существенное влияние на потребность растений в тепле может оказывать освещение, особенно продолжительность освещения. Растения длинного дня ускоряют процессы развития при продолжительном освещении и лучше развиваются при непрерывном дне. Суммы температур в условиях длинного дня сравнительно малы. Длительность освещения является функцией широты и времени года, поэтому влияние продолжительности освещения на уменьшение температурной потребности растений учесть нетрудно.

Ф. Ф. Давытов [49] выражает показатель термических и световых ресурсов вегетационного периода фототермическим индексом:

$$FT = \sum_{t=t_0}^{t_1} [e(t - \Delta t_{p-s} - t_0)] L, \quad (4)$$

где D_p — дата начала фазы, D_n — дата конца фазы, e — коэффициент, учитывающий влияние дневного максимума температуры и продолжения (или бездействия) температур, Δt_{p-s} — средняя суточная температура, Δt_{p-s} — разность температур растений и воздуха, t_0 — температура начала фазы (биототический день), L — индикатор, учитывающий влияние длины дня.

Существует два способа подсчета сумм температур. Сумма активных температур рассчитывается как сумма средних суточных температур выше биототического нуля. Биототических нулей температур развития растений являются 5, 7, 8, 10 и 15° соответственно для той или иной культуры. Например, для характеристик теплообеспеченности зерновых культур за период с температурой выше 5° (от даты перехода температуры через 5° весной до даты перехода температуры через 5° осенью) суммируются значения почасовых температур через 5° за все дни этого периода. Сумма активных температур широко вошла в практику агроклиматических исследований.

Практически для точных исследований по отдельным годам сумма активных температур подсчитывается по ежедневным данным средних суточных температур из таблиц ТМ-1. Подсчет активных температур, как указывалось, ведется выше жизненного нуля, но с учетом фактического уровня температуры. Например, температура 10,1° считается как 10,1°, а температура 10,0° и ниже в расчет не принимается.

Подсчет сумм температур в среднем многолетнем разрезе производится по средней месячной или средней декадной температуре, снятой с графика годового хода температуры. С графика снимаются даты начала и конца периода с температурами выше какого-либо предела. Затем подсчитываются суммы активных температур за каждую декаду или месяц и суммируются за определенный период нарастающим итогом.

Суммы температур по декадам или за месяц получают умножением средней декадной или месячной температуры, снятой с графика, на число дней декады или месяца.

За неполные декады или месяцы (в начале и конце периода) сухих температур подсчитывается по площади трапеции графика годового хода температуры (гистограмме). Площади трапеции отскажутся ординатами температур на дату перехода ее через определенный предел и на последний декады декады или месяца весной

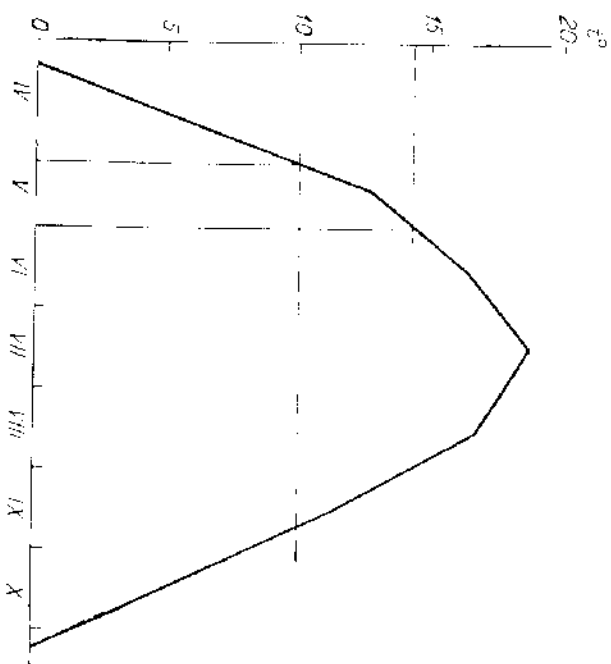


Рис. 7. Расчет сумм эффективных температур выше 10° по многолетним средним месячным температурам.

и, наоборот, от первого дня декады или месяца до даты перехода температуры воздуха через этот предел осенью. Число дней неполного месяца на графике служит высотой трапеции.

$$W = \frac{a + b}{2} \cdot n, \quad (5)$$

где a — температура на дату перехода через определенный предел; b — температура на конец (или начало) месяца, n — число дней неполного месяца.

Пример расчета по формуле.

Переход температуры воздуха через 10° весной по гистограмме (рис. 7) приходится на 6 мая, а на 31 мая температура воздуха, сгущая с гистограммы, равна 14° . Продолжительность периода с температурой выше 10° составит в этом случае 25 дней. Сумма температур за май, рассчитанный по формуле (5), составляет 300° :

$$a = 10^{\circ}, \quad b = 14^{\circ}, \quad n = 25 \text{ дней},$$

$$\frac{10,0 + 14,0}{2} \cdot 25 = 300^{\circ}.$$

Сумма эффективных температур рассчитывается путем умножения средних температур данного периода (за вычетом биологического нуля — температуры, при которой начинается активный рост) на число дней периода:

$$\sum_{i=1}^n (t_i - t_0) n, \quad (6)$$

где t_i — средняя суточная температура периода n , выраженного в днях; t_0 — нижний предел эффективных температур (жизненный нуль); 20° — сумма температур исследуемого периода.

По указанному методу сумму можно подсчитывать из ежедневных наблюдений, их же месячную метеорологическую таблицу. Если при этом рост данного растения начинается при температурах, допустим, выше 5° , то средние суточные температура $5,1^{\circ}$ считается как $0,1^{\circ}$, а $5,0^{\circ}$ и ниже не считается вовсе.

1.8. Расчеты обеспеченности вегетационного периода теплом

Значения средних многолетних сумм температур показывают, что суммы температур выше и ниже средних в тех или иных условиях будут повторяться через год или 5 раз в 10 лет. Между тем для сельского хозяйства очень важно знать определенную обеспеченность культурных растений суммой температур, необходимой для завершения цикла их развития. Например, та или иная культура требует для созревания 2400° , а средняя многолетняя сумма температур в данном пункте 2100° . Следовательно, культура будет давать полноценный урожай только в годы с суммой температур 2400° . Для определения числа лет с такими суммами температур рассчитывается их обеспеченность.

Для подсчета обеспеченности по данным конкретного пункта производятся следующие расчеты. Подсчитываются суммы температур выше необходимого предела ($5, 10^{\circ}$ и т. д.) за отдельные годы. Затем рассчитывается средняя многолетняя сумма за весь период наблюдений и отклонения сумм температур по годам от средней (табл. 5). Годы с положительными и отрицательными отклонениями группируются по градациям через 100° . Чисто случаев отклонений подсчитывается по каждой градации. Это чисто случаев выражается в процентах лет от всего периода наблюдений, сколько случаев при обработке, т. е. подсчитывается вероятность лет с тем или иным отклонением. Затем производятся суммированные вероятности нарастающим итогом от наибольшего положительного отклонения до наибольшего отрицательного. Таким образом, получается обеспеченность вегетационного периода суммой температур выше определенного предела.

Все расчеты записываются по форме табл. 6. По данным таблиц обеспеченности вегетационного периода суммой температур выше 10° строится кривая по оси абсцисс наносится отклонений сумм температур от средней величины, которая принимается условно за 0. По оси ординат дается обеспеченность в процентах (рис. 8).

Обеспеченность (%) вегетационного периода суммой температур в отклонениях от средней многолетней суммы

Обеспеченность, %	91	90	89	80	75	70	60	50	55	50	
Отклонения от средней, град.	-350	-273	-222	-182	-147	-120	-85	-57	-28	0	28
Обеспеченность, %	60	36	20	25	20	11	7	5			
Отклонения от средней, град.	57	85	120	153	189	233	287	385			

$$P = 50,333 - 7,545 \left(\frac{t}{50} \right) + 0,0924 \left(\frac{t}{50} \right)^2 + 0,02427 \left(\frac{t}{50} \right)^3, \quad (7)$$

где P — обеспеченность в процентах, t — отклонение от среднего. Сумма температур, рассчитанная в целом за вегетационный период, не характеризует отдаленные его части. Учитывая, что рост и развитие растений протекают во времени, необходимо иметь сведения о накоплении сумм в течение вегетационного периода.

Расчет сумм температур на любую дату вегетационного периода производится по методу, предложенному академиком Ф. Ф. Давыдовым [49]. Для расчета используются данные нескольких станций с различными средними многолетними суммами температур (от больших до меньших). Для каждой станции подготавливается средняя многолетняя сумма температур по месяцам и нарастающую сумму по годам каждого месяца. Подсчет сумм температур выше какого-либо предела производится по графикам годового хода средней месячной температуры воздуха. С графика снимается дата перелома температуры воздуха через тот или иной предел и средняя месячная температура воздуха.

На рис. 9 дана годовая ход температуры воздуха для станций А, Б, В, Г и Д. Необходимо определить дату перелома температуры воздуха через 10° . Для этого от оси Y (от 10°) проводим прямую до пересечения с кривой годового хода, от этой точки опускаем перпендикуляр на ось X и получаем дату перелома температуры воздуха через 10° (для станции А она приходится на 4/V). Таким же образом определяем дату перелома температуры воздуха через 10° осевую (27/IX).

Средняя месячная температура определяется на 15-е число каждого месяца. По рис. 9 от оси X в 15-го числа месяца проводим прямую до пересечения с кривой хода температуры, из этой точки опускаем перпендикуляр на ось Y и получаем среднюю месячную температуру.

Дата перелома температуры воздуха через тот или иной предел, подсчет сумм температур по месяцам и нарастающим итогом на конец месяца записываются по форме табл. 8.

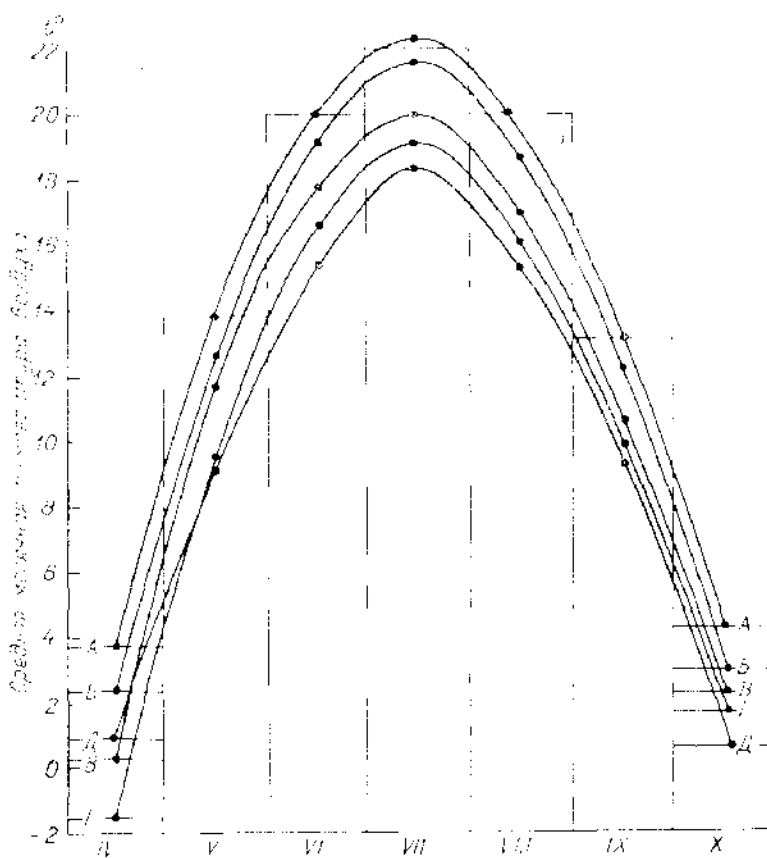


Рис. 9. Годовой ход температуры воздуха для станций А, Б, В, Г и Д.

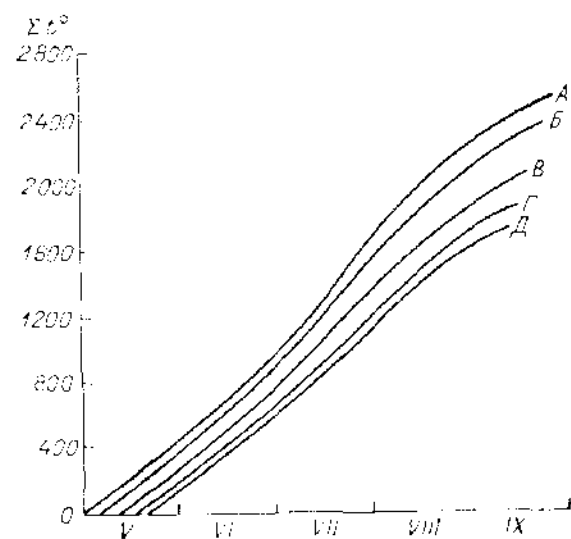
Рис. 10. Кривые нарастания сумм температур выше 10° по станциям А, Б, В, Г и Д.

Таблица 8
Сумма температур выше 10° за месяц и нарастающим итогом на конец месяца

Средняя температура воздуха через 10°	Сумма температур выше 10°											
	Дата перевода температуры воздуха через 10°						нарастающим итогом на конец месяца					
	весной	осенью	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
A	4 V	27 IX	380	600	685	617	356	389	989	1574	2291	2627
Z	16 V	12 IX	61	765	560	177	151	151	629	1189	1666	1817

По данным табл. 8 строятся кривые нарастающей суммы температур выше 10°. На оси X отсчитываются месяцы, а на оси Y — сумма температур (рис. 10). Эти кривые используются для построения номограммы накопления суммы температур выше 10° по типу рис. 11.

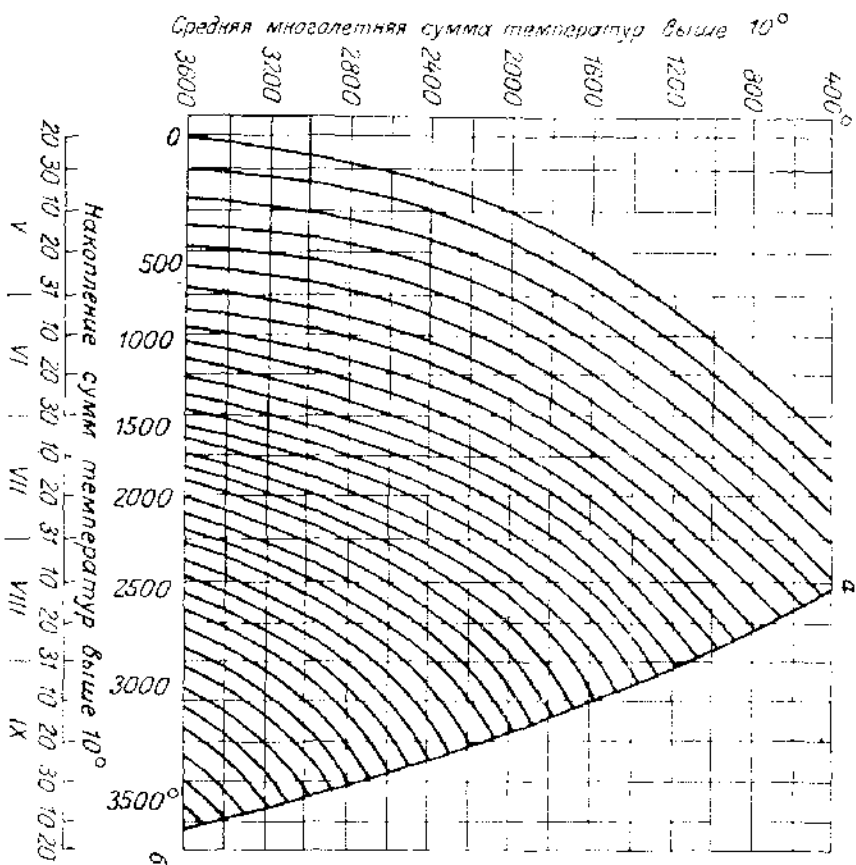


Рис. 11. Накопление сумм температур выше 10° в зависимости от средних многолетних сумм (номограмма).

Номограмма накопления суммы температур выше 10° строится по следующему принципу. На оси Y отсчитываются средние многолетние суммы температур за вегетационный период по станциям, данные которых используются для расчетов. На оси X проставляются дни вегетационного периода. В поле координат для каждой станции с той или иной средней многолетней суммой температур выше 10° за вегетационный период проставляется точкой дата накопления заданных сумм температур по градиентам 0, 500, 1000, 1500° и т. д. Затем через эти точки проводится линия различных сумм температур по вышеуказанным градиентам. На номограмме кривая, соответствующая сумме температур 0°, указывает на начало периода с температурой выше 10°, а «закрывающая» кривая (а - б) — на конец этого периода.

Если среднюю многолетнюю сумму температур для данного места, по номограмме можно рассчитать, к какому сроку будет накоплена сумма порядка 100, 200° и т. д. до конца вегетационного периода. Например, средняя многолетняя сумма температур выше 10° за вегетационный период в Астрахани составляет 3530°, а в Смоленске — 1970°. Необходимо определить для этих станций дату накопления сумм температур 1000°. От оси Y (от средних сумм 3530 и 1970°) проводим прямые до пересечения с кривой накопления суммы температур 1000° и, опуская перпендикуляры из той и другой точек на ось X, находим даты для Астрахани это 16/VII, для Смоленска — 13/VII (рис. 11). Точность сумм температур, рассчитанных по номограмме, составляет 50° и в редких случаях 100°.

Используя указанные номограммы, можно рассчитать сроки наступления различных фаз развития сельскохозяйственных культур для любых географических районов. Например, для наступления восточной знобности проса (позднего сорта Саратовское 853) требуется сумма температур выше 10° в пределах 1875°. В Эршове средняя многолетняя сумма температур выше этого предела равна 2844°.

По номограмме (рис. 11) на оси X находим среднюю многолетнюю сумму 2844°, от которой проводим прямую до линии с суммой температур, требуемой для созревания проса, — 1875°. Из точки пересечения опускаем перпендикуляр, и на оси Y соответствию этой сумме получаем дату ее накопления — 4/VIII. Фактически средняя многолетняя дата наступления восточной знобности проса, по данным станции Эршов, приходится на 5/VIII.

1.9. Оценка напряженности тепла в период вегетации

В качестве термического показателя условий роста и развития сельскохозяйственных культур, как излагалось ранее, используются суммы температур выше 10°. Однако к ним должны быть внесены поправки на напряжение температур в период вегетации. При недостаточном напряжении местных температур можно накопить суммы любой величины, а развитие растений будет задерживаться из-за недостаточного уровня температур. Так, например,

в тропиках можно закончить сухую температур порядка 4000—5000° при уровне 13—15°. Такое напряженное температуры будет недостаточным для плодотворности ряда теплолюбивых растений, которым нужны значительно меньшие сухие температуры, но более высокие среднесуточные температуры. То же наблюдается при анализе и тех же сухих температур в двух районах, сельскохозяйственной значимости которых может быть разной. Так, например, сухая температура выше 10° очень близка в Батуми (4400°) и Ташкенте (4300°), но средняя температура сахого теплового хвоста в Батуми 23°, а в Ташкенте 27°. Очевидно, что температурные условия Батуми и Ташкента будут определять совершенно различные их сельскохозяйственную возможность.

Таким образом, в агроклиматических расчетах наряду с сухими температур обязательен учет средних температур сахого теплового месяца. Однако рост, развитие и урожай растений зависит не только от среднего уровня температуры, но и от того, как меняется этот уровень в течение суток. Для оценки напряженности дневных и ночных температур могут служить средние суточные амплитуды температур, средние, минимальные и максимальные значения температур воздуха за месяц, декаду, сутки.

Средняя температура за самый теплый месяц, а также минимальные и максимальные температуры за различные периоды могут быть взяты из Сравнительной по климату СССР или карты с трафиком годового хода этих температур.

1.10. Расчеты по весенним и осенним заморозкам различной степени интенсивности и различной вероятности

Обычно оценка весенних и осенних заморозков в агроклиматологии дается с точки зрения фактора, определяющего использование ресурсов тепла, а также корректировке сроков сева теплолюбивых культур и планирования агроприемов по борьбе с заморозками.

Известно, что весенние и осенние заморозки в значительной мере определяют использование имеющихся ресурсов тепла. Например, средняя температура выше 10° почти одинакова для Ай-Петри в Крыму (1800°) и Тобольска в Сибири (1700°). Между тем средняя продолжительность безморозного периода в Ай-Петри 147 дней, а в Тобольске 99.

Чаше всего характеристика заморозков в агроклиматологии дается в виде средних и крайних дат прекращения заморозков весной и наступления их осенью, вероятностей этих дат, а также в виде средней продолжительности безморозного периода и вероятности различной продолжительности. Даты первых и последних заморозков связаны с ночных выхолаживанием и могут значительно варьировать в пределах даже небольшой территории в зависимости от рельефа и характера подстилающей поверхности. Поэтому для более полного обследования территории должно быть использовано возможно большее число станций.

Многолетние средние даты наступления первого и последнего заморозка вычисляются за период наблюдений не менее 15 лет. Данные станций с короткими рядами приводятся к многолетнему периоду на основе построения корреляционного графика связи между средним минимума температуры в весенние или осенние месяцы и средними датами последних или первых заморозков. Для установления характера связи корреляционные графики (отдельно для последнего и первого заморозка) строятся по данным станций с периодом наблюдений не менее 25—30 лет и только в случае очень хорошей корреляции используются станции с более короткими рядами — 15—20 лет.

График строится следующим образом. По оси абсцисс откладываются отклонения среднего даты первого и последнего заморозка, а по оси ординат — средние минимальные температуры за тот месяц, на который приходится дата наибольшего значения. Если часть дат падает на конец одного месяца, а часть дат на начало другого, то выбирается один из этих месяцев, для которого связь будет лучшей. Рекомендуемый масштаб по ординате 1° — 1 см, по абсциссе 5 дней — 1 см. Станции, которые используются для построения графика, нумеруются, и номер станции около соответствующей точки на графике. Но полученными точками строится плавная кривая, показывающая характер зависимости между датами первого и последнего заморозка в среднем и минимальных температурах. В пределах района со сравнительно небольшим изменением в температуре и датах связь наиболее частью выражается прямой линией. Если же график охватывает территорию со значительными колебаниями температуры и дат, линия связи может быть искривленной. Считая построенную кривую характерной для всей исследуемой территории, можно, зная среднюю минимума короткорядных станций, найти для них с графика даты первого и последнего заморозка.

В некоторых случаях при построении графика наблюдается большее рассеивание точек. Это обуславливается тем, что в разных частях территории характер связи между средними минимумами и датами наступления первых и последних заморозков неодинаков, например на побережье моря и inland от него, в различных условиях горного рельефа и т. д. К рассейанию точек на графике ведут также и микроклиматические различия. В этом случае на графике следует строить две линии зависимости. Когда трудно учесть различия рассеивания точек вследствие разнообразия микроклиматических условий и нельзя провести вторую линию, рекомендуется короткий ряд привести к длинному методом разностей. При этом необходимо, чтобы овордны и приволенные станции находились в одинаковых микроклиматических условиях.

Окончательный анализ полученных средних многолетних дат производится на картах.

Крайние даты первого и последнего мороза получают путем непосредственной выборки из данных (не менее 15 лет) рядов наблюдений. Для рядов короче 15 лет дается только средние даты

Характеристики заморозков в виде средних и крайних дат прекращения заморозков весной и наступления их осенью для сельскохозяйственного производства недостаточна. Для оценки опасности заморозков применительно к сельскохозяйственным культурам и оценке морозоопасности территории необходимо иметь сведения о вероятности наступления заморозков в определенные отрезки времени, соответствующие наиболее морозоопасным периодам в жизни растений, например цветению плодовых, повышению хлорофилловой вероятности (в процентах), которая говорит о том, что заморозки наступят в определенное число лет на позднее указанной даты весной и не ранее ее осенью.

Дата наблюдения	Уклонение от справки		Дата наблюдения	Уклонение от справки	
	δ	δ^2		δ	δ^2
1914					

[illegible]

Техника построения суммарных кривых вероятности заморозков дается на примере ст. Васильевач. В табл. 9 приводятся даты наступления мороза по годам, отклонение от средней за каждый год и квадрат этого отклонения.

1. Если ограничиться вероятностью наступления безаварийного

периода для одной станции, по которому подсчитаны значения вероятности наступления заморозков по пенгалам и выразить полученные величины в процентах от всего числа случаев (табл. 10). Этот характерный может быть использован как для подсчета вероятностей наступления явления в отдельные годы по градиенту, так и для определения суммарной кривой вероятности наступления явления по совокупности лет (т. е. кривой обеспеченности). При этом суммируются случаи наступления от самой ранней даты до самой поздней. Так, например, сумма числа случаев для пенгалы от 26 до 30 апреля (даты ст. Вассиневки), равная 27, складывается из числа случаев за эту пенгалу и всех случаев, наблюдавшихся ранее это пенгале ($1+1+7+6+4=8$). При этом способе исходят из того, что вероятность очень раннего наступления безморозного периода наименьшая и постепенно возрастает по мере приближения лета. Вероятность наступления безморозного периода (для прекращения заморозков) в июне будет ежегодно равна 100%.

Вероятность наступления безморозного периода по пентадам. Ст. Васильевич

Показатель	Муж.			Армян					Мусу.				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Число славян по правам	0	1	1	7	5	4	8	1	5	7	2	3	
	0	1	1	7	5	4	8	1	5	7	2	3	
Взростность на градин (до 10 лет)	0	2	2	11	12	8	15	8	12	8	1	6	
	0	2	2	11	12	8	15	8	12	8	1	6	
Средняя высота (число лет)	0	1	2	9	15	19	27	31	37	41	43	45	
	0	1	2	9	15	19	27	31	37	41	43	45	
Средняя ве­ровитость (%)	0	2	1	18	30	38	54	62	77	82	86	92	
	0	2	1	18	30	38	54	62	77	82	86	92	

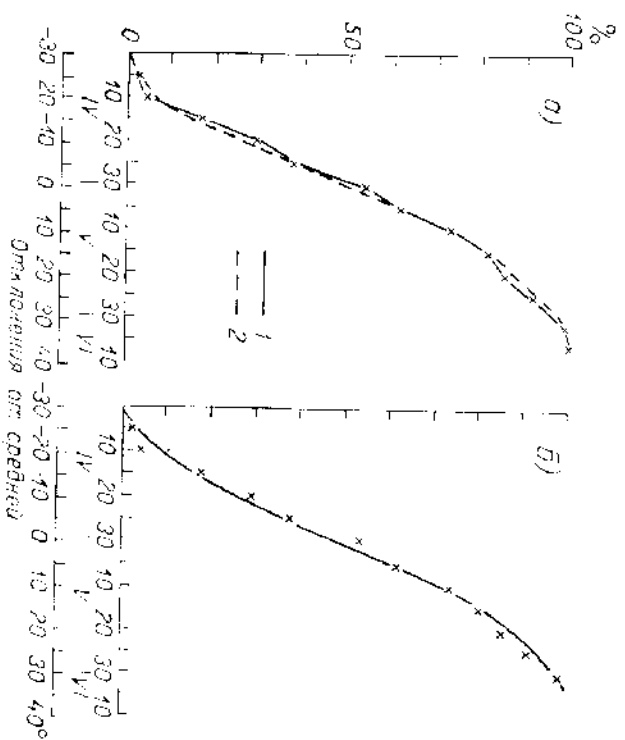


Рис. 12. Структура активов компаний по отраслям.

[illegible]

2. Для сравнения станций между собой в выключенном состоянии были нанесены на общий график, что так-же позволяет построить кривые вероятностей от средних (табл. 11).

Определив кривую аэродинамичности, полученные результаты наносит на график (рис. 12 *б*) в отклонениях от единицы, которая принимается за нуль. При подсчетах случаев отклонений прописываются, которая перемещается в отношении единицы даты (в производном прихвосте на один день после 1 мая), в результате чего кривая строится по нескольким данным точкам, чем на рис. 12 *а*. На такой график можно нанести все изучаемые случаи от одного общего

Вероятность наступления безморозного периода. Ст. Васильевич.
[Подсчет вероятностей по отклонениям от средних (I-V)]

[illegible]

путя и сравнивать кривые между собой. Можно получить точки на графике также на концах сегментов,ற்றுაზო უბედურება, что в случае совмещения пути со средней датой (1 мая) будет иметь точную такую же кривую, как и получению по первому способу, хотя она строится по несколько иным точкам. В некоторых случаях возмозножны небольшие расхождения, которые могут быть за счет не-

13-тех случаях, когда среднее для портфеля несколько раз (в данном примере 1 раз) портфеля один раз), дельта отклонения разностей в две соседние графы попарно или, как в приведенном случае, их относят к сумме, входящей в сумму всех случаев. Небольшое 50%.

Для удобства оценки совпадений типов крупных отдельных станций, полученных в отклонениях от средних, крайне вероятности вычисления отдалено на каталога, а затем накапливаются одна на другую по точке пути.

Для сокращения технических работ по подсчету отклонений от средних можно получить эти отклонения, прибавив к графику (рис. 12), построенному по поталам, вторую шкалу отклонений (рис. 13), построенную по средним датам.

[illegible]

Получаемые в результате обычно недостаточной длины ряды, давая в 1,2-2,0.

Получаемые в результате обычно недостаточной длины ряды, давая в 1,2-2,0.

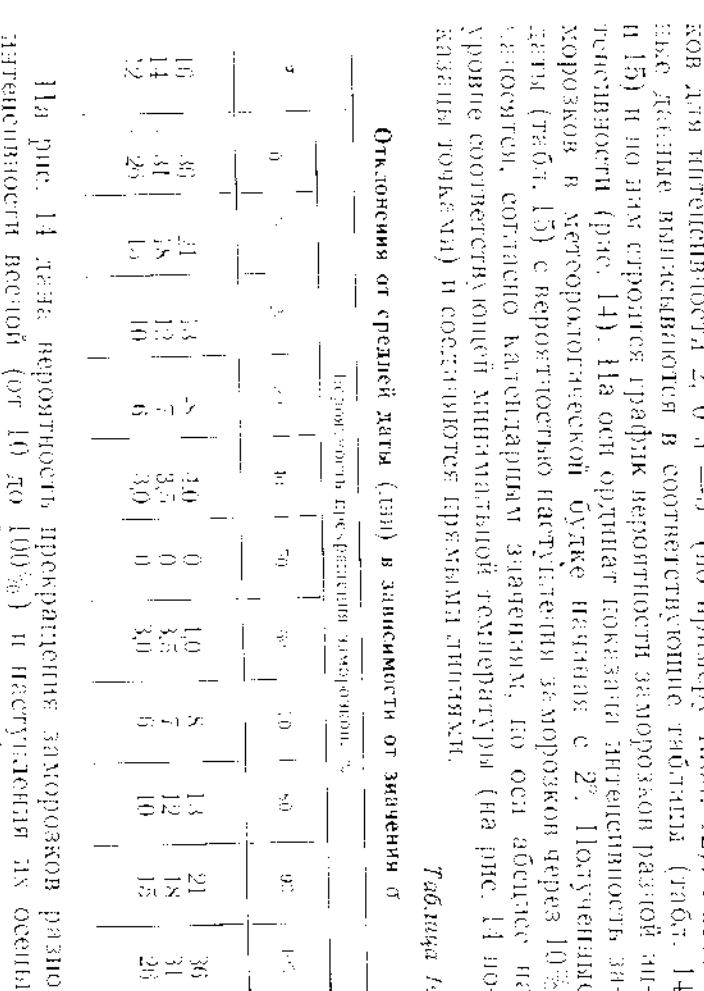
При выборе дат заморозков из таблиц методологических указаний заморозков разной интенсивности и так по каждой стадии работы быть использованы отеч и те же годы наблюдений.

При выборе дат заморозков из таблиц метрологическими данными (ТМ-1) в заданном диапазоне температуры относятся все случаи с температурой ниже заданной градуса. Если последний заморозок был довольно сильным, то последний заморозок был довольно слабым.

При выборе дат заморозков из таблиц метеорологических наблюдений (ТМ-1) к заморозкам данной интенсивности относятся бо́льшие (ТМ-1) к заморозкам данной интенсивности относятся бо́льшие случаи с минимальной температурой, равной или ниже заданной градации. Если последний заморозок был довольно слабым, то дату его наступления приходится повторять для разных градаций. Например, в каком-то году последние заморозки на станции были отмечены 9 апреля ($-5,6^\circ$), 25 апреля ($-2,5^\circ$), 8 мая ($-1,2^\circ$). В этом случае заморозок 8 мая включается в градации 2° (и ниже) и 0° (и ниже). Заморозок 25 апреля относится к градации -2° (и ниже), а заморозок 9 апреля — к градации -4° (и ниже).

При выборе величин σ в таблицах — 2 степени по отношению к величине σ она принимается в виде средней величины по всем

По результатам расчетов вероятности наступления таковых событий, приведенных в табл. 12, расчеты по формуле (9) и (10) для



20—30 лет) перешла на
плодородный среднекислый
среднезасоленный пастбище-

(от 0 до 90%) в виде протыки: 10% на этом графике означает, что в указанный промежуток только в один год из 10 можно ожидать прекращения заморозков весной, а 100% соответствует даве полн-

Пример расчета графика из рис. 14: средняя дата прекращения заморозков на юге (минимальная температура $\leq -2^\circ$ в метео-логической будке) в Вост. СР в Польше приходится на 15 мая.

Таблица 1.

Отклонения от средней даты (дни) в зависимости от значения σ											
Исходный процентивный материал, %											
σ	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
16	36	41	43	5	40	0	10			21	36
14	31	38	42	7	35	0	8,5			18	31
12	26	33	40	6	30	0	8,0	5	13	15	26

На рис. 14 дана вероятность preservation заморозков различной интенсивности весной (от 10 до 100%) и наступления их осенью (от 0 до 90%) в виде прямых; 10% на этом графике означает, что в указанный промежуток только в один год из 10 можно ожидать preservation заморозков весной, а 100% соответствует давлению на preservation.

Пример расчета графика из рис. 14: средняя дата прекращения заморозков на южном (математическая температура $+5^{\circ}\text{C}$) в метеорологической службе) в БССР в Полесье средней прихотливости 15 мая (табл. 9) и июле в возмуже — 1 мая, при -5°C и июле в возмуже

на 25 марта. Соответствующие величины σ равны 16 при 2°, 14 при 0° и 12 при —5°.

Используя данные табл. 14, рассчитываем даты заморозков различной интенсивности по отдельным годам, приведенные в табл. 15.

Таблица 15

Расчетные данные для построения графика на рис. 14

Период срок срок заморозков, град.	Средняя температура воздуха, град.	Варианты продолжительности заморозков по различным годам									
		16	26	36	46	56	66	76	86	96	100
2	15 V	16 IV	2 V	7 V	11 V	15 V	19 V	23 V	28 V	3 V	30 VI
0	1 V	13 IV	19 IV	21 V	28 IV	1 V	8 V	13 V	19 V	1 V	1 VI
5	25 III	12 III	15 III	19 III	22 III	25 III	28 III	31 III	4 IV	9 IV	20 IV

Построение аналогичных графиков для осени не представляет трудностей, но значения отклонений для σ меняются на обратные и уменьшаются напрепятствие позитивной вероятности заморозков, которые осевому соответствуют со знаком, значение температуры.

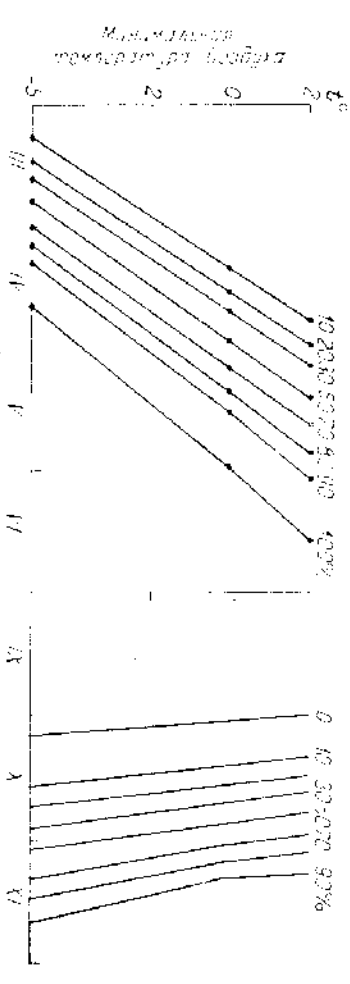


Рис. 14. Зависимость продолжительности заморозков от температуры в Полюсе.

По графикам такого типа можно определить вероятность прекращения весной заморозков любой интенсивности в воздухе и на поверхности почвы на заданное число вегетационного периода для любого открытого места, а также определить возможные колебания интенсивности заморозков на любой отрезок времени с учетом вероятности прекращения их весной или наступления осенью. Например, по приведенному графика для Полюса при средней дате прекращения заморозков в воздухе 1 мая требуется определить, к какому сроку прекратятся заморозки интенсивностью —2° в воздухе (или около —5° на почве). Двигаясь по горизонтали для интенсивности —2°, видим, что прекращение заморозков этой интен-

сивности 30 марта возможно 1 раз в 10 лет (10% вероятности), полное прекращение их в любой год — только 15 мая (100% вероятности). Два раза в течение десяти лет такие заморозки могут продолжаться еще после 4 мая (80% вероятности прекращения их). Средней датой, соответствующая 50%, приходится на 17/IV. Двигаясь по вертикали, можно определить, что к 25 мая легкие заморозки на поверхности почвы прекращаются в 7—8 годах из 10 (75% вероятности); сильных заморозков до —4° после этой даты не бывает.

При изменении средней даты прекращения заморозков в воздухе на 5–10 дней (например, 10 мая вместо 1 мая) следует соответственно сдвинуть календарную шкалу. Тогда все приведенные выше вероятности также пересчитаются на соответствующее число дней.

1.11. Расчеты по длительности безморозного периода

Характеристика климатических условий для возделывания культурных растений должна обязательно проводиться с учетом продолжительности безморозного периода в отдельных районах. Если длительность вегетационного периода данного сорта не укладывается в безморозный период интересующего нас района, то заморозки будут захватывать начало и конец вегетации. При значительном расхождении этих периодов систематически будут подмерзать всходы, точки, цветы, плоды и урожай будет крайне неустойчивым.

Средняя величина безморозного периода вычисляется как разность между средними многолетними датами первого и последнего мороза. Наибольшая и наименьшая величины безморозного периода выбираются из данных за отдельные годы, а не по разным крайним дат, так как маловероятно, чтобы крайние даты падали на один и тот же год.

Между средней и наименьшей продолжительностью безморозного периода существует тесная связь. При помощи графика связи легко получить наименьшее значение безморозного периода при любых значениях средней его продолжительности.

Для пересчета средней продолжительности безморозного периода на более стабильное и более интенсивные заморозки можно воспользоваться существующей между этими величинами зависимостью, показанной на рис. 15. При помощи этих графиков можно получить среднюю продолжительность безморозного периода, зная точечного между последней и первой датой понижения температуры до 2, —2 и —5°.

Вероятность длительности безморозного периода рассчитывается по отклонениям от средней (см. расчет продолжительности периода с температурой выше определенных пределов).

1.12. Построение карт теплообеспеченности

Одним из наиболее рациональных видов представления агроклиматического материала является картографирование. Возможная деградация основных агроклиматических показателей при карто-

ваши определяются: 1) степенью научности картируемого элемента, 2) наличием достаточных наблюдений (в основном микроклиматического характера) и 3) соответствующей гидрометрической картой, служащей основой для картографического изображения.

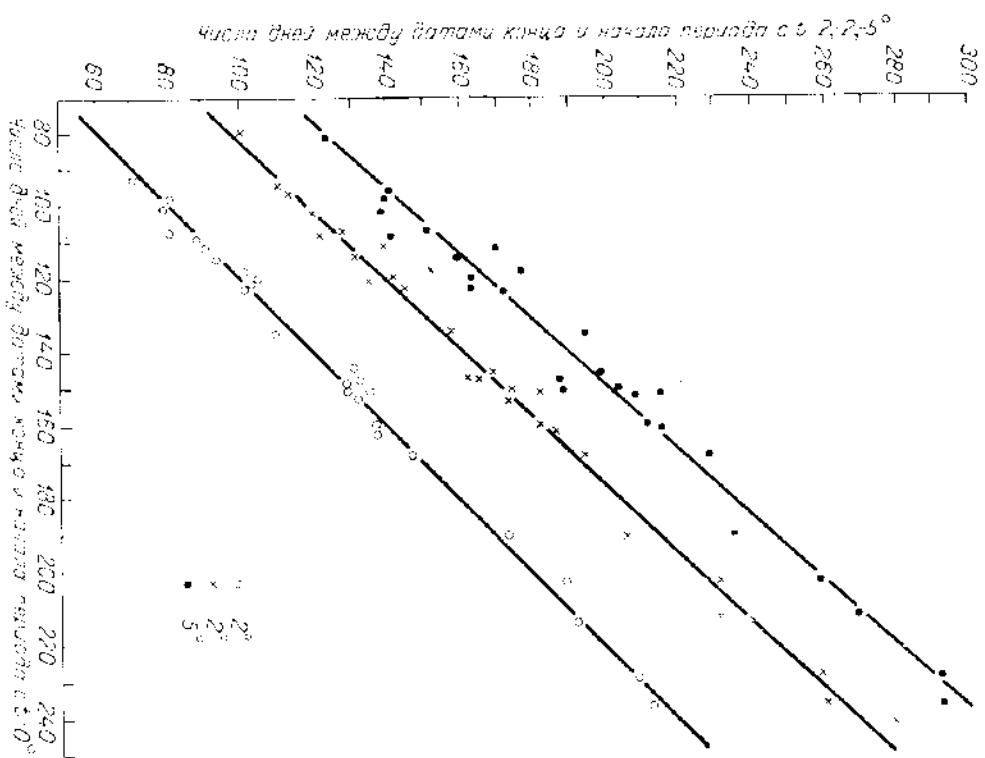


Рис. 15. Зависимость продолжительности периода между последним и первым заморозками при температуре 0, 2, —2 и —5°.

Как известно, тепловые ресурсы территории оцениваются суммой активных температур за период вегетации. Методика картирования сумм температур разработана в основном для карт масштаба 1:2500000 и меньше [25, 26, 61]. Карты в указанном масштабе обеспечивают изображение всех особенностей климатата территории. Микроклиматические различия на этих картах можно изобразить, если возможно.

При картировании сумм температур производится следующее.

1. Устанавливается правильный рабочий масштаб карты, так как техника проведения изолиний на картах разного масштаба различна. Например, на карте масштаба 1:5000000 влияние крупных рек на температурный режим должно, замедляющих по ширине обычно не более 3–5 км, изображать невозможно. На карте более крупного масштаба (1:2500000) изолинии обходят реку с двух сторон, выходя ее долину по теплообеспеченности.

2. Определяется интервал сумм температур, через который будут проведены изолинии. Чем меньше масштаб карты, тем крупнее должен быть интервал между изолиниями.

Основным критерием при выборе интервала для проведения изолиний является надежность картируемого элемента в пространстве. Интервал определяется с таким расчетом, чтобы колебания картируемой величины по отдельным станциям укладывались между изолиниями. Например, колебания средних месячных температур не превышают 0,5–0,6° в пределах ограниченного равнинного района. Нарастание или убывание средней месячной температуры по территории происходит достаточно равномерно. Довольно большая устойчивость средней месячной температуры воздуха в пространстве позволяет картировать ее с интервалом в 1°, а в горных районах через 2 или даже 4°.

Сумма температур относится к более среднему характеру элемента (по сравнению с заморозками и др.), поэтому влияние локальной поверхности и часто даже форма рельефа проявляются слабо. При картировании сумм температур дает более устойчивую разницу карт, распределения. Обычным интервалом для проведения изолиний принимается сумма температур в 100°.

3. Устанавливается репрезентативность станций. Для этого используются паспорт станции. Однако описание местоположения дает объективную оценку. Поэтому определение местоположения станции должно проводиться также по карте отстоящих характеристик температурного режима. Строй графики зависимости продолжительности вегетации от различных факторов (температура, влажность, высота и др.), можно получить четкое разделение точек по типам местоположения станции. Например, для этих целей удобно график связи средней температуры в 13 час. и средней минимальной [85].

Таким же четкая типизация станций производится при построении зависимости двух величин, из которых одна чувствительна к микроклиматическим изменениям, вторая инертна, например к суммарной суммой температур выше 10° за вегетационный период и продолжительностью безморозного периода.

В доминируемых районах (высоты в пределах 250–300 м) сумм температур в основном зависят от широты места. В районах с наличием возвышенностей влияние оказывает как широта, так и высота места. Иногда при большой протяженности территории с севера на юг и запада на восток возвышенностей, простоя-

пиках с запада на восток, не представляется возможным получить высотные градиенты термических показаний в чистом виде. Поэтому строится график зависимости сумм температур от высоты

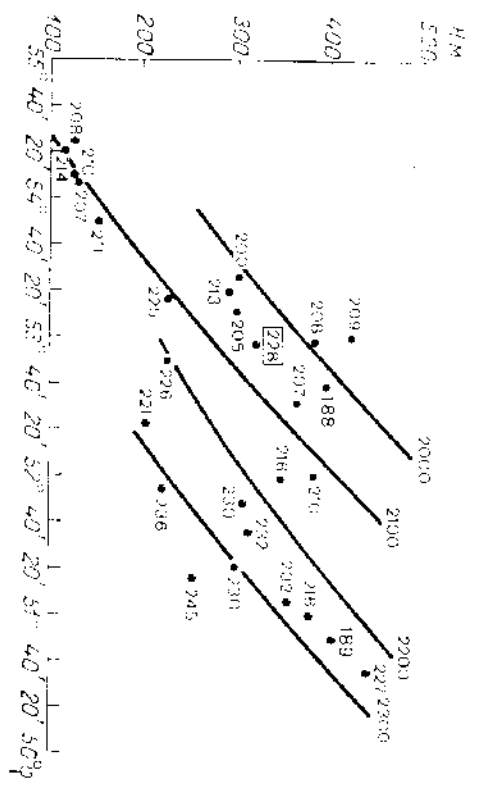


Рис. 16. График для определения градиентов сумм температур выше 10° для северной части Казахского мелкосопочника. Числа в поле графика означают суммы температур выше 10° для отдельных метеорологических станций (в десятках град.). Жирным шрифтом выделены станции в «северах холода», а прямоугольные даны станции в «северах холода».

и высоты места. На рис. 16 дана часть такого рабочего графика. На основании графика составляется табл. 16.

Таблица 16

Сумма температур в зависимости от высоты над уровнем моря [61]. Целиноградская область			
Часть области	Высота, м	Сумма температур, град. выше 10°	
Север, 52°00' - 52°30'	300	2200	
	400	2130	
	500	2050	
	600	2000	
Средняя часть, 50° - 52°	300	2330	
	400	2280	
	500	2200	
	600	2100	
Юг, 49° - 50°	300	2500	
	400	2430	
	500	2350	
	600	2250	

Данные этой таблицы используются при проведении изотермических гидрометрических измерений. При вычерчивании изотермических карт по расчетной горизонтальной, главным образом от одной высоты к другой согласно данным расчетной таблицы. Мелкие изотермические карты, отражающие изменение рельефа в пределах 10 - 25 км, которые на картах в масштабе 1 : 2500 000 предста-

влены изобом длиной менее 2,5 см, при проведении изотермических измерений во внимание. Пример составления карты сумм температур воздуха выше 10° для одной области приведен на рис. 17.

На рис. 18 и соответствующей ему табл. 17 показан расчет высоты прохождения изотерм на разных широтах в условиях довольно ровного рельефа.

Таблица 17

Высота (м) прохождения изотерм сумм температур выше 10° [61]				
Широта	Сумма температур, град.			
	23°	22°	21°	20°
53°30'	200	—	—	—
53°30'	170	—	—	—
54°	160	130	230	240
54°30'	150	160	210	230
55°	140	190	180	220

Расчетное значение дифференциальной карты (рис. 17) и графика (рис. 18) показывает, что при малых разностях высот и широт вычисленные высоты и широты часто незначительно отличаются от действительных. Это действительно так, так как часто чувствительной к микроклимату характеристике, так как сумма температур воздуха, данные ряда станций на карте не соответствуют средним термическим условиям района, причем отклонение бывает разного знака. Превышение сумм температур отклонения на городской станции, расположенной около 54° широты на высоте 231 м (100°).

Уменьшение сумм температур наблюдается в пониженных рельефах, в долинах. Даже при нормальном положении метеорологических станций на ровных открытых местах сумм температур вблизи расстояний изменяются в пределах ±30 - 50°, что определяет возможную точность расчета высоты изотерм и не позволяет принять интервал между ними менее 100°.

На высотах более 550 - 300 м нет ни одной станции. На карте в районе масштаба 1 : 2500 000 эти высоты четко выделяются и занимают относительно большие площади в средней части области. На этой территории проводятся изотермы, определенные расчетным путем с использованием градиентов, полученных по рис. 18 путем экстраполяции их на нужные высоты. Показанные на карте пути сумм температур ниже 2000° отражают результаты этих расчетов.

Положения температур на больших озерах для рек в течение всего года вычерчиваются изотермой изотерм по берегам либо данных отдельных замкнутых контуров. «Кружки» изотермического отклонения станций проводятся только в том случае, если они

характеризуют обширное пространство (например, заболоченные районы).

Следует, однако, сказать, что в районах со значительными различиями в механическом составе почвы большое значение имеет учет климатических факторов, т. е. термического режима. Учет влияния на агроклиматические условия «теплых» и «холодных» почв возможен

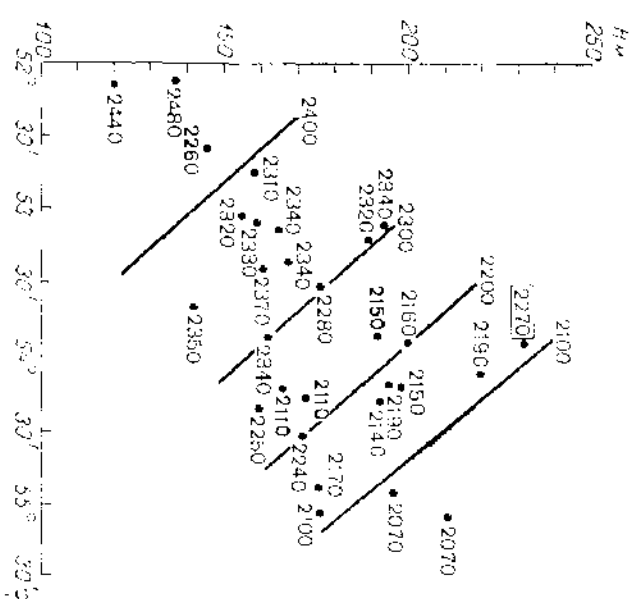


Рис. 18. Профиль для расчета высоты промерзания почвы в зависимости от разности широт для одной области [61].

Всех обозначений см. рис. 16.

при наличии почвенной карты, на основе которой в пределах области могут быть выделены территории с преобладанием легких почв (пески, суглест, легкие суглинки), средних по механическому составу (суглинки) и тяжелых, переувлажненных почв (тяжелые суглинки, оглеенные и торфянистые почвы, осушенные торфяники). Эти типы почв существенно различаются как по термическому режиму, так и по влажности, что ведет к большим различиям в сроках сева на близких расстояниях и часто требует дифференциации агротехники и удобрений на соседних полях.

Исследуя климат почвы Эстонской ССР, Д. Э. Лиг [34] применял для картирования температуры почвы в масштабе 1 : 1 500 000 принцип крупномасштабного микроклиматического картирования. Вследствие по почвенной карте (показал с тремя указанными выше пределами почв по их механическому составу, он проаттестировал все данные по температуре почвы, обуславливающие в почвах различные агрометеорологического сирозоника, допозитив их экзекции-

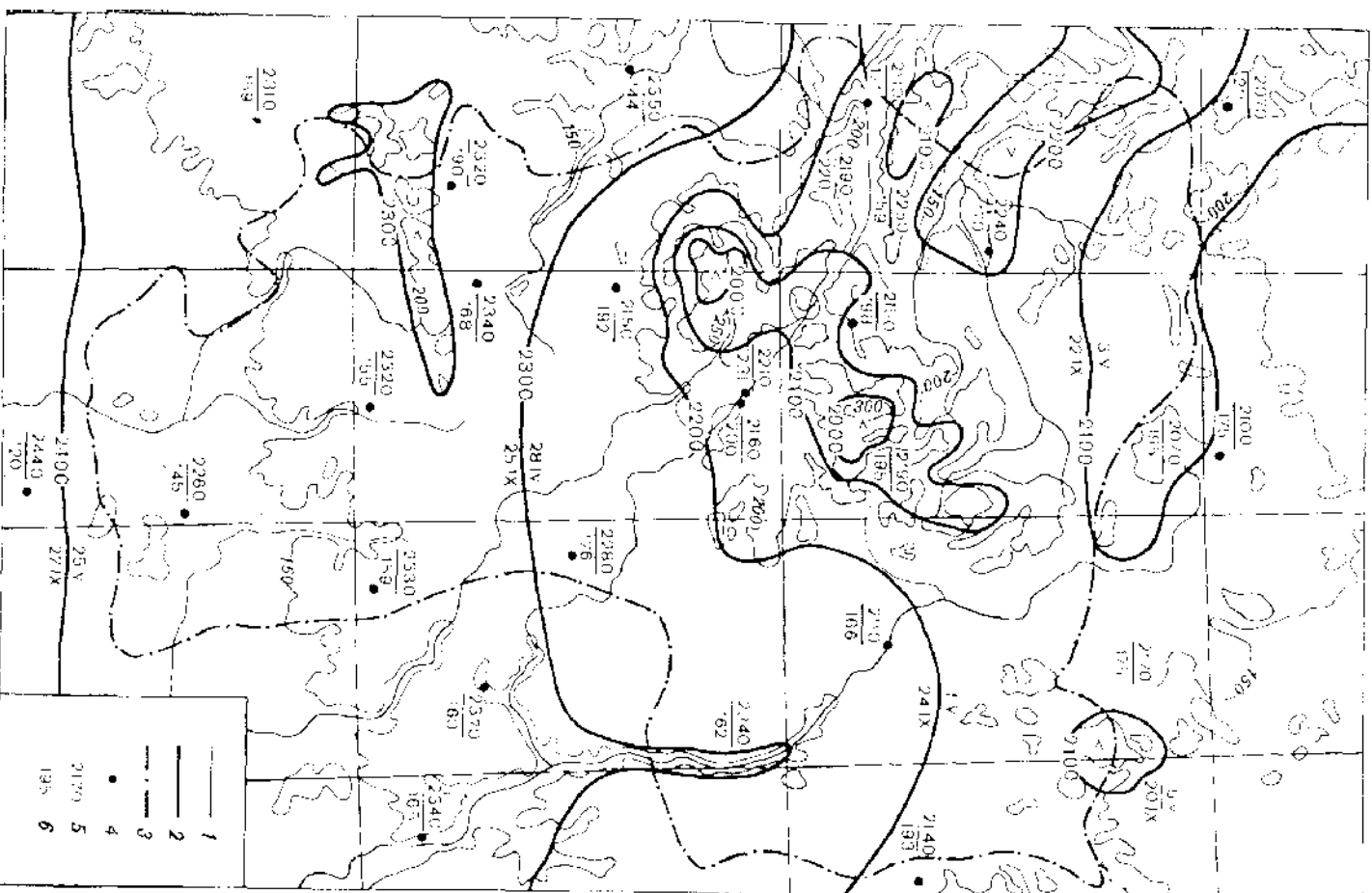


Рис. 17. Изогипсы изотермической карты почвы Эстонской ССР. 1 — 2000, 2 — 2100, 3 — 2200, 4 — 2300, 5 — 2400, 6 — 2500.

60/12/17/20.

1 — 2000, 2 — 2100, 3 — 2200, 4 — 2300, 5 — 2400, 6 — 2500. 1 — 2000, 2 — 2100, 3 — 2200, 4 — 2300, 5 — 2400, 6 — 2500. 1 — 2000, 2 — 2100, 3 — 2200, 4 — 2300, 5 — 2400, 6 — 2500.

Основой для микроклиматического картирования, расчета и уточнения горняков являются морфометрические характеристики рельефа, т. е. количественные показатели рельефа. Наиболее распространенными морфометрическими характеристиками являются:

1) глубина расчленения рельефа - расстояние по вершинам между двумя депрессионными уровнями (относительное превышение);

2) частота расчленения -- расстояние по горизонтали между этими уровнями;

3) углы наклона местности;

4) экспозиция склонов.

Методика морфометрической оценки рельефа разработана географами [50, 68, 92, 93, 110] и успешно применяется микроклиматологами для составления микроклиматических карт [65 и др.].

Для составления микроклиматических карт в большинстве случаев необходимо дополнить кратковременные микроклиматические карты, обязательное наличие знаковости второго с изучаемым районом, обязательный учет всех физико-географических особенностей территории, наличие хорошей топографической основы. Для правильной количественной оценки микроклиматических различий надо знать микроклиматические значения картируемого этекста в исследуемом районе и соответствующим образом микроклиматические поправки к ним.

На крупномасштабных микроклиматических картах все особенности климата, определяемые влиянием подстилающей поверхности, рельефа, близости водоемов и т. п., показываются непосредственно на карте, причем оценка элементов дается по площадям в разрезанной экстакации к карте. В ней характеристика может быть представлена либо в абсолютных значениях, определенных по микроклиматических картам с соответствующими поправками, либо в виде относительных величин по сравнению с какой-то частью изучаемой территории, например по отношению к самой низкий, наиболее холодной и влажной части экстаки, например, расположенных в долине реки.

В настоящее время для котловов и совхозов возможно построение микроклиматических карт с оценкой радиационного режима на склонах разной экспозиции, температурного режима (защитного, разных видов минимальных температур, температур для и особенно почв), естественной аэлитуды (температуры и др.), ветрового режима (среднеустановившейся скорости ветра на разных участках), влажности почвы. Для характеристики микроклимата хозяйства составляется микроклиматическая карта с учетом комплекса всех указанных факторов.

Ниже рассматриваются конкретный пример построения карты. а. Карта хорого хозяйства. Для построения карты морозозональности используются литературные источники, а также специальные наблюдения. Основной задачей при организации этих наблюдений является правильный выбор точек наблюдений на территории изучаемого хозяйства. Обычно выбор точек целесообразен

после проведения плановой съемки особенностей микроклимата, которые можно «видеть» по характеру растительности, рельефу, местности и другим косвенным показателям. Кроме того, оцениваются экспозиция и крутизна склонов, превышение возвышенностей над наиболее низкими местами, ширина долины, степень замкнутости и извилистости долины, обсекаемость склонов, открытость местности к холодным ветрам, пути стока холодного воздуха ночью и др.

Сведения плановой съемки сопоставляются с крупномасштабной топографической картой. Затем с использованием масштабов табл. 1 микроклиматических поправок по литературным источникам предварительно составляется микроклиматическая карта, по которой без особого труда выбираются точки для проведения микроклиматической инструментальной съемки. Этой съемкой должны быть охвачены все характерные точки рельефа. Точки для проведения работ по оценке морозозональности и для учета режима ветра должны сопоставлять, и их количество определяется разнообразием микроклиматических условий.

В пересеченной местности выбираются точки на дне долины, на склонах и на вершине возвышенности, а также по возможности на ровном открытом месте. В тех случаях, когда холмы хорошо выражены, приборы устанавливаются на вершине, на двух склонах и на прилегающей низменности. Для наблюдения выбираются необходимые склоны. Если же на склонах имеются участки леса, то дополнительно для выявления морозобойной зоны выбираются точки в местах подножья лесом холодного воздуха. При наличии большого водоема (озера, широкой реки) для выявления его оледеняющего влияния точки устанавливаются на берегу и на участках, различно удаленных от уреза воды (100, 200 м). У подножия морозного берега, на бровке дощери.

Для получения количественных показателей морозозональности местности на выбранных точках в осенней и весенней периоды устанавливаются показания минимальных термометров.

Распределение температур ночью в холмистых рельефах тесно связано с условиями подтока и стока холодного воздуха, т. е. с ночным режимом ветра. Поэтому при оценке морозозональности территории совместно с термометрической съемкой нужно вести наблюдения за ветром.

Карта морозозональности строится путем картирования различий минимальных температур, полученных из термометрических съемок (по минимальным термометрам или психрометрам). Берутся средние разности температур между точками наблюдений и опорной точкой, полученные в весеннее время ночи после холодной адвекции. Падение температуры ниже 0° обязательно. Это будут средние из наибольших разностей температур за весь период наблюдений на

Данные соответственно наносятся каждой точке на картине хозяйства с горизонтальными, проведенными через 5--10 м высоты. На плане хозяйства по данным анекдотическим склоновым ветровым указываются стрелками пути стока и подтока холодного

воздуха, отмечаются очертания склонов холодного воздуха, т. е. оконтуриваются морозобойные места. Фрагмент такого плана представлен на рис. 20.

Наличие на плане хозяйственных контуров полей севоборота, садов, лесов, лугов, рек, ручьев и т. п. значительно облегчает вычерчивание и уточняет карту.

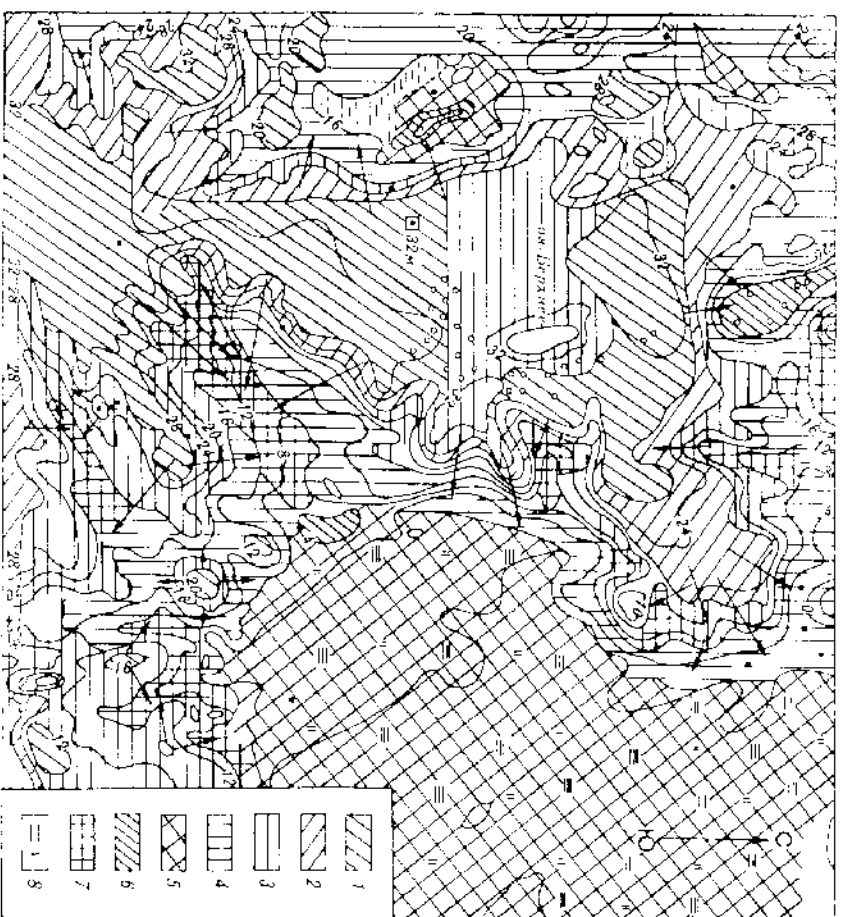


Рис. 20. Схема угодий двора и полей по плану хозяйства. 1 — сенокос, 2 — сенокос, 3 — сенокос, 4 — сенокос, 5 — сенокос, 6 — сенокос, 7 — сенокос, 8 — сенокос.

На основании нанесенных на эту карту различий минимальных температур производятся количественная оценка морозонасности отдельных участков в галуссах с интервалом через 1°.

Конфигурация отдельных площадей определяется с учетом рельефа и растительности, путей стока и застой холодного воздуха (рис. 21).

б. Карта прямой солнечной радиации. Количество прямой солнечной радиации, поступающей на склоны в разные дни, может быть рассчитано достаточно точно. Г. А. Роговой [65] вы-

числяет коэффициенты для пересчета радиации на склоны крутизной 10 и 20° в зависимости от широты. Коэффициенты можно рассчитывать и на основании теоретических формул.

Для вычисления действительных средних суточных сумм радиации на склоны достаточно иметь фактические данные по суточным суммам радиации на горизонтальную поверхность.

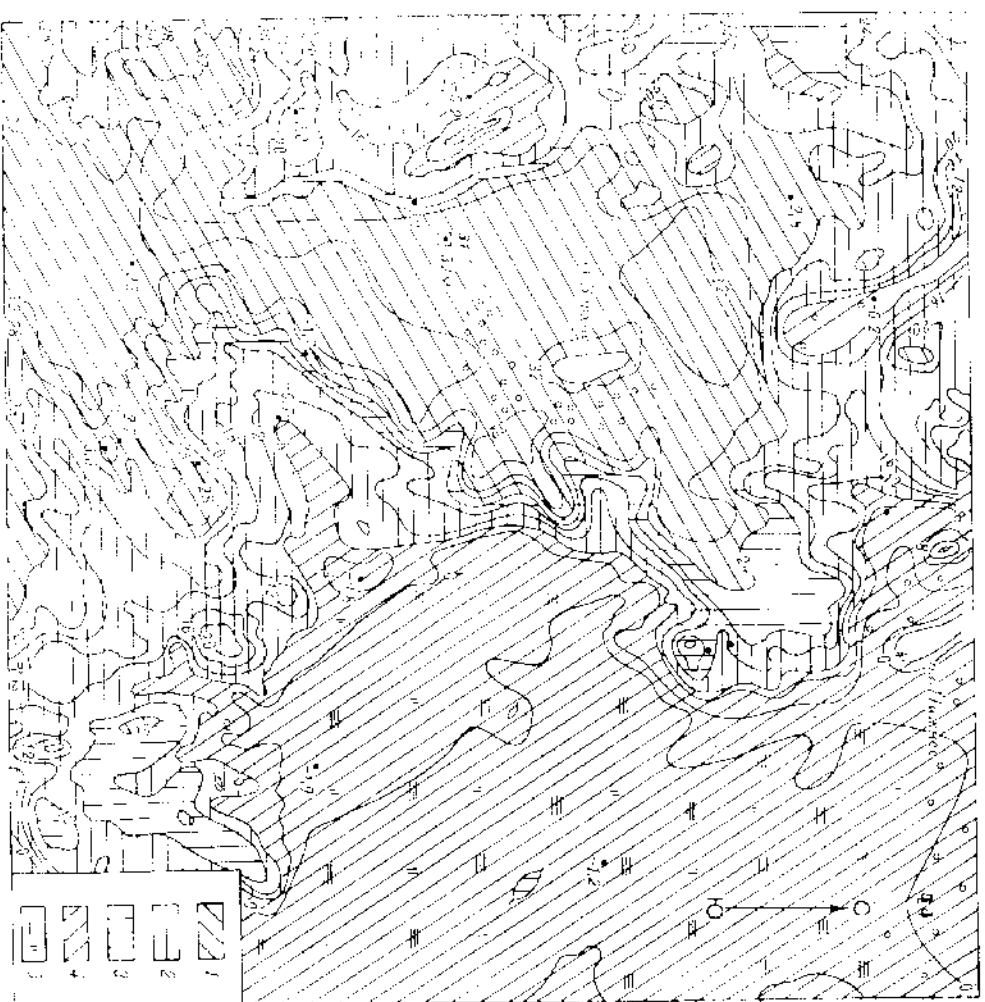


Рис. 21. Фрагмент контурно-картосхемной карты морозонасности.

1 — сенокос, 2 — сенокос, 3 — сенокос, 4 — сенокос, 5 — сенокос, 6 — сенокос, 7 — сенокос, 8 — сенокос.

Изменения радиации полностью определяются крутизной склона и его ориентировкой к солнцу. Поэтому для построения карты изменения прямой радиации необходимо составить схему распределения склонов по экспозициям и схеме углов наклона местности. Составив схему и используя данные средних суточных сумм

различий на горизонтальной поверхности, а также коэффициентов получают количественную оценку изменения прихода солнечной радиации в зависимости от местоположения в пределах от радиации на ровном месте и составляют обобщенную схему.

В Карта и менее из скорости ветра. Для построения схем коэффициентов изменения скорости ветра (при скоростях более 3 м/сек.) нужно совместить схему распределения циклонов по эквипозициям и схему углов частоты местности. Все склоны по высоте должны быть разделены на три части (вершину, среднюю, нижнюю) и, сопоставив коэффициентам изменения скорости ветра K , полученным на основании данных анемометрических съемок или литературных источников, выделить зоны: 1) устойчивый ветер, 2) нормальных скоростей и 3) ослабленные ветра.

Для основных румбов ветра (север, восток, юг, запад) составлены карты. На карте выделяются участки с повышенными скоростями ветра на открытых наветренных склонах при $K > 1,0$ и участки с резко сниженными скоростями при $K \leq 0,6$. Территория между двумя участками с крайними значениями характера ветра нормальная ($K = 1,0$) или несколько ослабленной скоростью ветра ($K = 0,9 - 0,7$).

Микроклиматическая карта хозяйства получает путем наложения отдельных картографических характеристик микроклимата друг на друга.

В табл. 18 представлена характеристика комплексной карты.

Таблица 18

Характеристика микроклиматической карты

Сумма осадков, мм	Преобладающее направление ветра и метеорологический район		Коэффициент изменения скорости ветра		Устойчивость ветра		Ослабленность ветра	
	Северо-восток	Юго-восток	Северо-запад	Юго-запад	Северо-восток	Юго-восток	Северо-запад	Юго-запад
Сумма осадков, мм	5-7	2-2,5	1,0-1,5	0,9-0,7	30-40	10-20		
Температура, °C	0	0,5-1,0	1,5-2,0	1,3-1,4	30-50	5-10		
Устойчивость ветра	0	0,5	1,5-2,0	0,9-0,7	60-70	0-0,5		
Анемометрические данные	8	10	0	1,2-1,3	60-70	5-15		
Холодные, влажные	2-4	0	1-2	0,9-1,1	70-80	5-10		
Морозобойные и бытовые условия	0	0,5	2,5-3,0	1,0	80	10-20		

Раздел 2. РАСЧЕТЫ ВЛАГОБЕСПЕЧЕННОСТИ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА

В качестве показателя обеспеченности вегетационного периода влагой в агроклиматических исследованиях используются осадки и различные показатели увлажненности.

2.1. Использование средних многолетних данных по осадкам и их расчеты

Количество выпадающих осадков, выражаемое в миллиметрах осев воды, является наиболее широко используемым показателем обеспеченности влагой. Обычно количество осадков оценивается в средних многолетних суммах. Среднее многолетнее количество осадков дает представление о том, что сумма осадков больше или меньше данной величины на данном месте имеет обеспеченность около 50%.

В агроклиматических исследованиях используются данные об осадках, обработанные климатологами в соответствии с методами климатологической обработки. В агроклиматических расчетах чаще всего применяются месячные и декадные количества осадков. Для получения декадных количеств осадков Г. С. Рубинштейн предложил использовать тот же метод построения, который был разработан А. А. Шенгелевским для температуры воздуха [63]. Этот метод несколько улучшает результаты по сравнению с непосредственно подсчитанными декадными количествами осадков.

2.2. Точность интерполяции, экстраполяции и осреднения сумм осадков по площади

Количество осадков чрезвычайно изменчиво в пространстве, что необходимо учитывать при агроклиматической обработке данных по осадкам. В последние годы проведены значительные исследования закономерностей пространственной изменчивости осадков [17, 28, 29, 88, 89, 90].

Оценка данных сумм осадков при их интерполяции, экстраполяции и осреднении по площади возможна с помощью корреляционных функций. О. Д. Сыротенко [90] по данным за 15 лет для шести географических районов, расположенных на Енисее, рассчитал пространственные корреляционные функции декадных сумм осадков за летний период. Обобщение этих материалов с учетом особенностей циркуляционных механизмов, обуславливающих выпадение осадков в летний период на Енисее, позволило построить номограмму осреднения корреляционных функций для этой территории.

Ошибки экстраполяции для декадных сумм осадков находятся в следующем порядке. Для данного значения расстояния r км и широты пункта φ град. находят значение корреляционной функции

$r(\rho)$ по номограмме (рис. 22). Затем определяют среднюю квадратическую ошибку экстраполяции E по формуле

$$E = 20 \sqrt{1 - |r(\rho)|^2} \quad (9)$$

где σ - среднее квадратическое отклонение точечных значений осадков в данном пункте. Рассчитывают σ по материалам каждой

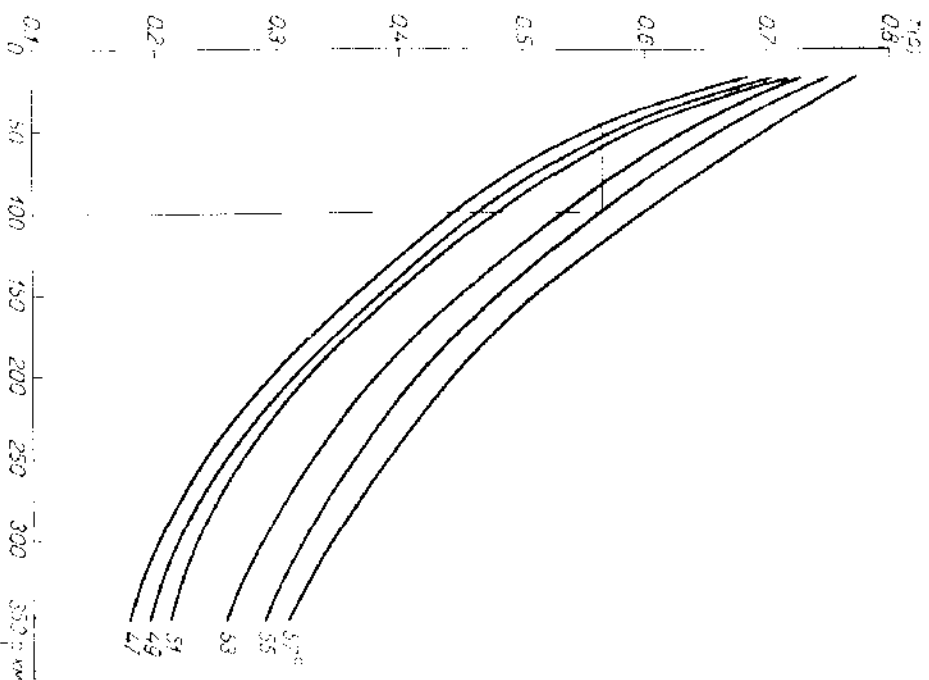


Рис. 22. Номограмма для решения задачи, связанных с экстраполяцией, экстраполяция и определением стандартной суммы осадков (для соответствующих районов ИТС, расположенных от 47 до 57° с. ш.) (по О. П. Сыраеву [90]).

конкретной станции для данного месяца за период 25-30 лет по общепринятой формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (10)$$

Пример расчета ошибки экстраполяции. Ширина φ пункта A равна 55° с. ш. 20 км, среднее значение осадков для декады t равно 24 мм. Необходимо найти среднюю квадратическую ошибку экстраполяции декадных сумм осадков на 100 км. По номограмме (рис. 22) от точки оси абсцисс 100 км проводим прямую до пересечения с кривой φ , равной 55° с. ш. На оси ординат соответственно получаем значение корреляционной функции $r(100)$, равное 0,56. Затем по формуле (9) получаем ошибку

$$E = 20 \sqrt{1 - 0,566^2} = 16,5 \text{ мм.}$$

дан в процентах от среднего значения

$$\frac{E}{\bar{x}} = \frac{16,5 \cdot 100\%}{20} = 82,5\%.$$

Пример расчета ошибки интерполяции сумм осадков. Необходимо оценить суммару осадков в пункте a , если известны осадки в пунктах b и c . Расстояние ρ от пункта a до пункта b и c равно 50 км, а между пунктами b и c 100 км, $\varphi = 53^\circ$ с. ш., $\sigma = 20$ мм. По номограмме (рис. 22) получаем значение корреляционной функции $r(\rho)$ для расстояний 50 и 100 км и определяем коэффициент множественной корреляции по формуле [104]

$$R = \sqrt{\frac{r_{2x}^2 + r_{2y}^2 - 2r_{2x}r_{2y}r_{xy}}{1 - r_{xy}^2}}$$

где r_{2x} , r_{2y} , r_{xy} - частные коэффициенты парной корреляции;

$$R = \sqrt{\frac{0,63^2 + 0,63^2 - 2 \cdot 0,63 \cdot 0,63 \cdot 0,56}{1 - 0,56^2}} = 0,713;$$

затем по формуле, аналогичной (9), определяем ошибку интерполяции E

$$E = 20 \sqrt{1 - (0,713)^2} = 14,0 \text{ мм.}$$

Пример расчета ошибки при осреднении точечных данных по площади. Для решения задачи, связанных с осреднением осадков по площади, используется номограмма типа приведенной на рис. 23, заимствованной из работы [89].

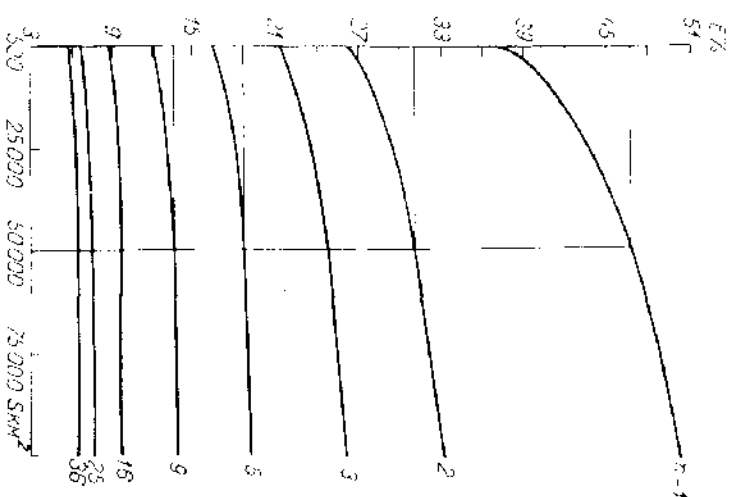


Рис. 23. Средняя квадратическая погрешность E определения среднего декадных сумм осадков по площади S по данным в станции (по О. П. Сыраеву [89]).

Пример. Площадь области S равна 50 000 км². С какой точностью будет определены средние суммы осадков за декаду по этой территории при расчетах по данным одной, двух, пяти и девяти станций? По графику (рис. 23) считаем ошибку E % соответственно для станций m : $n = 1$ —46 %, $n = 2$ —31 %, $n = 5$ —18,5 %, $n = 9$ —13 %.

Может быть решена и обратная задача: сколько нужно станций, чтобы ошибка не превышала, предположим, 10%? От оси ординат (10%) проводим прямую до пересечения ее с прямой от оси абсцисс, равной 50 000 км², и перпендикуляром между кривыми $n = 9$ и $n = 16$ находим по рис. 23, что необходимо 13 станций.

Номограмма средней квадратической погрешности F (рис. 23) построена на основании корреляционных функций, аппроксимированных экстенсивной с параметрами $r(r) = 0,817$, $b = 324$ км для центрального нечерноморского района. Для других районов необходимо построить подобную номограмму или часть ее по формуле Р. Л. Катана, как это сделано в работе О. Л. Сиротенко [89]. Однако это требует специальных сложных расчетов.

2.3. Построение интегральных кривых и номограмм обеспеченности осадков

Количество осадков изменчиво во времени, поэтому при агро-климатической оценке увлажнения территории необходимо знать обеспеченность данного места количеством осадков выше или ниже любой величины. Эти сведения могут быть получены на основании средней многолетней суммы осадков за какой-либо период с использованием номограмм.

Методика построения кривых обеспеченности излагается в работе [63].

Кривые распределения характеризуются тремя параметрами: средним значением признака $\bar{x}$, коэффициентом вариации или изменчивости C_v и коэффициентом асимметрии C_a , которые полностью определяют вид кривой в каждом отдельном случае и весьма хорошо характеризуют изменчивость ряда. Вычисление этих характеристик производится по общепринятой формуле.

Для большей наглядности приведем данные обработки по осадкам, вычисленные для станции М. Иольский эмпирический материал наблюдений располагается сначала в хронологическом, а затем в убывающем (или возрастающем) порядке (табл. 19). Внаклад вычисляется среднее арифметическое значение ряда, затем значение коэффициента K , который получается как отношение кажущегося члена ряда к средней величине ($K = x/\bar{x}$). Правильность вычисления этих величин проверяется путем суммирования K , где $\sum K = n$, т. е. сумму членов в ряду. Далее находят значение $(K - 1)$, $(K - 1)^2$, $(K - 1)^3$ и, наконец, процентное значение обеспеченности P . Очевидно, что $\sum (K - 1)$ должна быть равна нулю.

№	Распределение ряда осадков			K	$K - 1$	$(K - 1)^2$	$(K - 1)^3$	P %
	по годам в хронологическом порядке	в убывающем порядке по годам	$\bar{x}$ мм	$\frac{x}{\bar{x}}$				
1	1891	1950	57	1,90	0,90	0,81	0,729	1,61
2	1892	1949	63	2,11	1,11	1,2321	1,2881	1,28
3	1893	1891	58	1,90	0,90	0,81	0,729	1,61
4	1894	1922	190	6,33	5,33	28,6089	155,4227	5,33
5	1895	1902	103	3,47	2,47	6,1009	15,0523	3,47
6	1896	1928	85	2,89	1,89	3,5721	6,7505	2,89
7	1897	1915	86	2,90	1,90	3,6100	6,8580	2,90
8	1898	1890	181	6,17	5,17	26,7289	139,1417	5,17
9	1899	1910	152	5,23	4,23	17,8929	75,9047	4,23
10	1900	1934	75	2,50	1,50	2,2500	3,3750	2,50
11	1901	1917	80	2,70	1,70	2,8900	4,9130	2,70
12	1902	1927	173	5,90	4,90	24,0100	117,6490	4,90
13	1903	1898	122	4,23	3,23	10,4329	33,9047	3,23
14	1904	1908	74	2,50	1,50	2,2500	3,3750	2,50
15	1905	1913	100	3,47	2,47	6,1009	15,0523	3,47
16	1906	1914	80	2,70	1,70	2,8900	4,9130	2,70
17	1907	1948	17	0,57	0,57	0,3249	0,1871	0,57
18	1908	1895	29	0,98	0,98	0,9604	0,9412	0,98
19	1909	1930	50	1,75	0,75	0,5625	0,4219	1,75
20	1910	1905	118	4,09	3,09	9,5481	29,7047	3,09
21	1911	1935	88	3,00	2,00	4,0000	8,0000	3,00
22	1912	1942	81	2,75	1,75	3,0625	5,3531	2,75
23	1913	1917	118	4,09	3,09	9,5481	29,7047	3,09
24	1914	1916	70	2,37	1,37	1,8769	2,5913	2,37
25	1915	1911	151	5,20	4,20	17,6400	72,6480	4,20
26	1916	1917	91	3,07	2,07	4,2849	8,9247	2,07
27	1917	1906	95	3,23	2,23	4,9729	11,1447	2,23
28	1918	1912	51	1,75	0,75	0,5625	0,4219	1,75
29	1919	1912	21	0,71	0,71	0,5041	0,3571	0,71
30	1920	1906	68	2,30	1,30	1,6900	2,1970	2,30
31	1921	1937	52	1,75	0,75	0,5625	0,4219	1,75
32	1922	1937	175	5,90	4,90	24,0100	117,6490	4,90
33	1923	1900	59	2,00	1,00	1,0000	1,0000	2,00
34	1924	1901	68	2,30	1,30	1,6900	2,1970	2,30
35	1925	1920	21	0,71	0,71	0,5041	0,3571	0,71
36	1926	1921	67	2,23	1,23	1,5129	1,9167	2,23
37	1927	1925	132	4,50	3,50	12,2500	37,6250	3,50
38	1928	1915	161	5,50	4,50	20,2500	63,6375	4,50
39	1929	1892	11	0,37	0,37	0,1369	0,0510	0,37
40	1930	1923	101	3,47	2,47	6,1009	15,0523	3,47
41	1931	1893	112	3,89	2,89	8,3521	26,1647	2,89
42	1932	1943	219	7,50	6,50	42,2500	177,1563	6,50
43	1933	1901	77	2,50	1,50	2,2500	3,3750	2,50
44	1934	1918	115	3,97	2,97	8,8209	27,0847	2,97
45	1935	1921	101	3,47	2,47	6,1009	15,0523	3,47
46	1936	1909	57	1,90	0,90	0,81	0,729	1,90
47	1937	1911	78	2,63	1,63	2,6569	4,3247	1,63

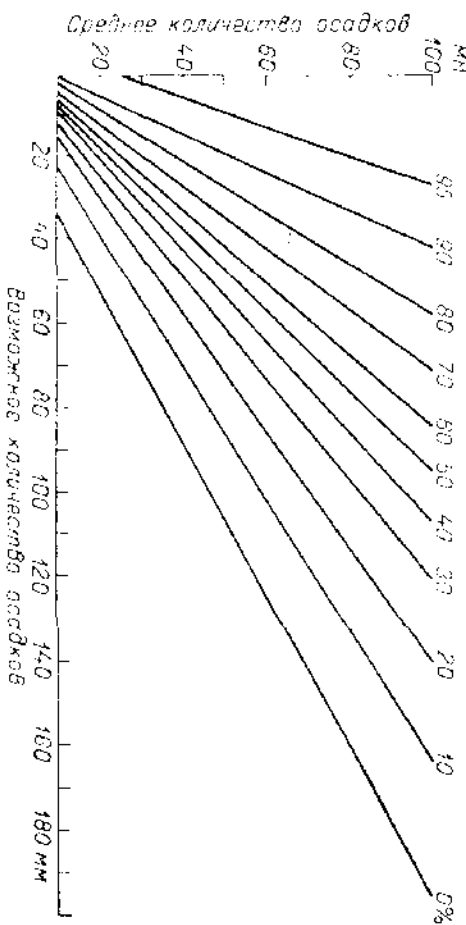


Рис. 25.номограмма для расчета месячных сумм осадков различной общей интенсивности в безветренных областях и легком ветре

2.4. Картирование осадков [33, 45, 46, 61]

Трудности детального картирования осадков определяются главным образом недостаточной точностью их измерения, большой изменчивостью во времени и пространстве, а также ограниченным материалом экстенсивных наблюдений. Степень возможной детализации карт осадков — шкала изотиний, вследствие детальной определенности масштаба в поле распределения осадков в значительной мере определяется точностью измерения осадков и рас-
 чета их средних величин.

Для обеспечения наилучшего проведения изотиний необходимо, чтобы интервал между ними по крайней мере в два раза превышал среднего ошибку нормы. Поскольку абсолютная ошибка возрастает по мере увеличения количества осадков, интервалы между изотиниями также должны меняться. Поэтому в СССР широко применяется предложенная О. А. Дроздовым комбинация геометрической и равномерной шкал, при которой каждой интервал геометрической шкалы делится на несколько равных частей. Шкала имеет следующий вид (мм): 5, 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 700, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, и т. д. Основные изотинии выделяются более жирными шрифтами.

Рельеф вызывает наиболее резкие изменения в количестве осадков — до десятков, а иногда и сотен процентов их величины. Его влияние на осадки значительно больше ошибок измерения и потому может быть определено достаточно надежно. Влияние рельефа проявляется в увеличении осадков с высотой по склону и на равнине (явление «превысожжения»), в резком уменьшении осадков в закрытых от влагонесущих ветров долинах и на подветренной равнине (явление «дождевой тени»).

Исследование данных густой сети станций в условиях изрезанного рельефа позволяет выделить на карте детали в поле осадков, обусловленные элементами рельефа высотой 50 м и шириной в несколько километров. Техника составления карт количества осадков (изотиний) принципиально не отличается от техники составления карт изотерм. После нанесения данных станций и построения психометрической карты проводится ее анализ, выявляются особенности местоположения станций. Для выровненной территории при небольших разностях относительных высот изотинии выделяются без существенных расхождений, но с учетом физико-географических особенностей территории. Для горной территории определяются психометрические градиенты также с учетом особенностей отдельных склонов и по возможности дифференциацией градиентов по отдельным высотным горизонтам.

Существенным отличием распределения количества осадков от характеристик термического режима является меньшая зависимость их от высоты над уровнем моря и очень тесная связь с общей циркуляцией атмосферы, с особенностями ориентировки склоновых возвышенностей по отношению к господствующему ветру. Большой «эпигностизм» осадков даже в условиях холмистого рельефа обычно связана с наличием подветренных и наветренных для влагонесущих ветров склонов. При составлении карты надо обращать внимание на все эти факторы и по возможности выявить причины, вызывающие те или иные особенности в распределении количества осадков.

В горах часто оказывается недостаточно данных сети станций по осадкам и сами данные не всегда надежны. Здесь, кроме психометрических градиентов, используются доводительные сведения: данные по стоку, радиационному балансу, растительному покрову, высоте снеговой линии, по возможности оценивается величина горноциатильных осадков.

Важное место на увеличение выпадающих летних осадков занимает в 5—15% суммы осадков на открытой местности. Такой же эффект вызывают и большие города. Уменьшение осадков над холодной поверхностью водоемов зависит от размеров постолих. Над большими водоемами (тысячи, десятки тысяч км²) уменьшение осадков можно оценить в 10—20% годовой суммы осадков над сушей; над водоемами в 100 км² оно менее 10%.

Закономерности в распределении среднего количества осадков, определяемые подстилающей поверхностью, в общем сохраняются и в распределении по территории других характеристик осадков: сумм осадков определенной вероятности, числа дней с осадками, продолжительности, интенсивности осадков, среднего максимального осадков. Однако имеются и некоторые особенности. Например, интенсивность осадков возрастает преимущественно в нижних частях склонов; здесь же возрастает и число дней с крупными осадками, тогда как вблизи вершин общее число дней с осадками растет за счет мелких осадков и т. д.

2.5. Расчет различных показателей увлажненности

Оценка условий увлажнения вегетационного периода по количеству выпадающих осадков не может быть достаточной для познания агроклиматических ресурсов территории, так как при этом не учитывается испаряемость. Известно, что при одном и том же количестве осадков, но при разных условиях испаряемости увлажнение районов будет разным. Например, на Колосском полуострове и в Узбекистане за год выпадает 350 мм осадков, а испаряемость составляет соответственно 300 и 1200 мм. В результате на Колосском полуострове избыток влаги, а в Узбекистане требуется орошение сельскохозяйственных культур.

Для климатологической оценки степени увлажнения различных районов разработаны формулы, основанные на предположении, что обеспеченность данного места влагой находится в прямой зависимости от количества осадков и в обратной зависимости от испаряемости.

Показатели И. И. Колоскова

«Мера сырости» — условная величина, полученная путем деления годового количества осадков на сумму температур вегетационного периода. Позднее им была предложена формула

$$W = K \frac{H}{E - e}, \quad (12)$$

где W — увлажненность почвы, H — количество осадков, $E - e$ — недостаток влажности пара и K — коэффициент пропорциональности.

Группой Колоскова установлен показатель увлажненности, рассчитываемый по формуле

$$W = \frac{H}{E - e} \quad (13)$$

— отношение суммы осадков H к сумме среднемесячных величин дефицита влажности воздуха $E - e$ за период вегетации и предшествующий вегетационный период (с даты перехода температуры через 5° осенью до даты сева весной).

Гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова (ГТК).

ГТК представляет собой отношение осадков за период с температурой выше 10° к сумме температур ($t > 10^\circ$), уменьшенной в 10 раз.

Гидротермический коэффициент может быть рассчитан за любой отрезок времени (месяц, сезон и т. д.), поэтому в общем виде ГТК рассчитывается по формуле

$$\text{ГТК} = \frac{\sum P}{\sum t > 10^\circ} \cdot 10, \quad (14)$$

где $\sum P$ — сумма осадков за определенный период, $\sum t > 10^\circ$ — сумма температур за тот же период, уменьшенная в 10 раз (условно характеризует возможные условия испаряемости).

ГТК Селянинова, равный 1,0, соответствует условиям лесостепи, 0,7 — граница неустойчивого земледелия, 0,5 — граница полупустыни, 0,3 — пустыня.

Формула получила наибольшее распространение, так как для ее расчета имеются необходимые данные в любом климатическом справочнике.

Коэффициент увлажненности по И. И. Иванову

$$K = R/E, \quad (15)$$

где R — количество осадков за вегетационный период или год, E — приведенная испаряемость с водной поверхности, рассчитанная по формуле

$$E = 0,018 [25 + T(100 - a)], \quad (16)$$

где T — средняя месячная температура воздуха, a — средняя месячная относительная влажность воздуха в процентах.

Показатель атмосферного увлажнения И. И. Шапко

$$Md = \frac{P}{H - e} \quad (17)$$

— отношение суммы осадков за год или вегетационный период P к дефициту влажности воздуха $H - e$ за тот же период. $Md > 0,60$ — избыточное увлажнение, $Md = 0,60 \div 0,15$ — хорошее увлажнение, $Md = 0,25 \div 0,15$ — засушливые условия.

Радиационный индекс сухости М. И. Будыко

$$\frac{R}{I_T}, \quad (18)$$

где R — радиационный баланс, I_T — скрытая теплота испарения и r — годовое количество осадков.

Применение этого индекса затрудняется тем, что многолетние данные по радиационному балансу располагают очень ограниченное число метеорологических станций. Однако Будыко показал, что существует хорошая связь между средними многолетними суммами температур выше 10° и годовыми значениями радиационного баланса. Автор предполагает, что логичную испаряемость можно приближенно определить по формуле

$$E_0 = c \sum t, \quad (19)$$

где E_0 — испаряемость в мм/год, $\sum t$ — сумма температур выше 10°, c — коэффициент, равный 0,18.

В таком случае показатель увлажненности за год выражается формулой

$$\frac{r}{0,18 \sum t}, \quad (20)$$

где r — осадки за год в миллиметрах.

А. П. Федосеев [105] предложил рассчитывать показатели увлаженности (для условий Казахстана применительно к ластови-

ной растительности) не за всю теплую часть года, а за определенные для различных природных зон периоды времени. Продолжительность периода должна определяться либо временем наступления почвы до определенного предела, либо периодом интенсивного роста растений, обеспеченного теплом и влагой.

$$M = \frac{Be - Oe}{\sum d} \quad (21)$$

где Be — весовые запасы доступной влаги в метровом слое почвы (мм), Oe — количество осадков с весны до времени наступления урожая травостоя (мм), $\sum d$ — сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за тот же период (мм).

Л. С. Кельчевская [38] в качестве показателя влажности использовала индексированный показатель Л. Т. Селянинова. Известно, что сельскохозяйственные культуры в значительной мере не пользуются весенне-влагозапасом. Поэтому автор рекомендует при расчете показателя влажности для оценки влагообеспеченности сахарной свеклы учитывать осенне-зимние осадки с поправочным коэффициентом их поглощения почвой.

Формула имеет вид

$$K = \frac{A \sum t_1 - \sum t_2}{0,2 \sum t} \quad (22)$$

где $A \sum t_1$ — сумма осадков за период от уборки культуры в предыдущем году до ее посева в последующем с определенным коэффициентом поглощения, $\sum t_2$ — сумма осадков за период вегетации, $0,1 \sum t$ — сумма температур, уменьшенная в 10 раз.

Поправочный коэффициент поглощения осадков весной может быть рассчитан по номограммам (см. рис. 11, рис. 3.8, а также работы [37, 39]).

2.6. Расчеты дат начала и конца избыточно влажных, засушливых и сухих периодов и их продолжительности

По ГТК Селянинова представляется возможным установить начало, конец и продолжительность избыточно влажных, засушливых и сухих периодов. С этой целью ГТК вычисляется по отдельным месяцам за период с температурой выше 10°, ГТК, равный 3,0—4,0, соответствует избыточно влажным условиям, равный 1,0 — засушливым и 0,5 — сухим.

Длительность сухого (баланс влаги за месяц ниже 0,5) и засушливого периодов (баланс влаги за месяц ниже 1,0) определяется в пределах дат начала и конца их, которые получаются по формуле [67]:

$$D = \frac{a - b}{a - b} \cdot d + 15, \quad (23)$$

где D — число дней, которое надо вычесть от конца месяца (в случае определения даты начала периода) или прибавить к началу

его (в случае вычисления даты конца периода); k — предельный коэффициент (0,5 или 1,0); b — баланс влаги первого (или последнего) месяца с балансом ниже предела; a — то же для месяца с балансом выше предела; d — число дней месяца и 15 — коэффициент, относительный подчаске данных к середине месяца.

Пример. Таблица ГТК для баланса влаги по месяцам.

IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1,2	0,5	0,2	0,0	0,0	0,1	0,7	1,6
(a)	(b)				(c)	(d)	

Определим длительность сухого периода (баланс влаги ниже 0,5):

$$D_1 = \frac{0,5 - 0,5}{1,2 - 0,5} \cdot 31 + 15 = 15,$$

т. е. 15 мая;
конец

$$D_2 = \frac{0,5 - 0,1}{0,7 - 0,1} \cdot 30 + 15 = 35,$$

т. е. 5 октября.

Различные периоды увлажнения можно определять также и графическим путем (по ф. ф. Давыдов). По оси абсцисс откладываем месяцы, а по оси ординат — соответствующие значения ГТК на 15-е число каждого месяца. Соединяя точки, получаем кривую, по которой на пересечении определенного значения ГТК и соответствующей даты устанавливаем начало и конец избыточно влажного (ГТК равен 3,0—4,0), засушливого (1,0) и сухого (0,5) периодов. Продолжительность же периодов определяем путем подсчета числа дней между начальной и конечной датами.

2.7. Расчет сумм температур, обеспеченных осадками

Понятие о сумме температур, обеспеченной осадками, введено Л. Т. Селяниновым. Известно, что сельскохозяйственная значимость сумм температур сильно зависит от обеспеченности влагой. При отсутствии влаги значение относительного количества тепла для сельского хозяйства представляется ничтожным. Естественнаяairo-изводительность некоторых южных жарких, но сухих районов без дополнительного увлажнения может быть равной или даже меньше производительности северных холодных, но хорошо обеспеченных влагой районов. Так, например, в Таджикистане сумма температур выше 10° составляет более 4000° за вегетационный период, а осадками обеспечена только сумма 1040°, т. е. почти сумма Коппа СССР.

Сумма температур, обеспеченная осадками, поддается графическому способу в пределах дат начала и конца засушливых периодов.

3.1. Средний из абсолютных годовых минимумов температуры

Для подавляющего большинства озимых культур и многолетних растений низкие температуры в течение зимы в основном решают вопрос о возможности промышленного внедрения этих культур в районах с суровыми зимами. Растения повреждаются в результате наступления критически низких для них температур. Следовательно, целесообразнее и правильнее учитывать абсолютные понижения температуры. Однако абсолютные понижения температуры не характерны. Величина абсолютного минимума зависит от числа лет наблюдений.

Климатически абсолютный минимум трудно применить для сравнительной оценки морозоопасности места. Для этой цели наиболее удобен средний из абсолютных годовых минимумов, предложенный впервые Ганном [120] с последующей агроклиматической расшивкой Сезиминовым [57, 84].

Для получения средних из абсолютных минимумов абсолютные минимумы по годам алгебраически суммируются и результат делится на число наблюдений. Преимущество среднего из абсолютных минимумов заключается в том, что на его основании можно судить о повторяемости климатических температур ниже любых пределов, возможных на данном месте.

3.2. Расчет вероятности минимальных температур в отклонениях от средней из абсолютных годовых минимумов и построение кривых вероятности

Повторяемость (вероятность) минимальных температур рассчитывается в отклонениях от средней из абсолютных годовых минимумов. В принципе расчеты аналогичны расчету повторяемости сумм активных температур.

Для расчетов используются станции с достаточно длинным периодом наблюдений за минимальной температурой воздуха (30 лет и более). За все годы наблюдений подсчитываются положительные и отрицательные отклонения минимальных температур от средней из абсолютных годовых минимумов по градациям через 1°. Число случаев (повторяемость) различных отклонений выражается в процентах от всего числа случаев, и проценты последовательно суммируются от наибольших положительных отклонений до наибольших отрицательных отклонений.

На основании полученных данных суммарной вероятности строится графическая зависимость. По оси абсцисс наносит отклонения (через $\pm 1^\circ$) от среднего из абсолютных годовых минимумов температуры, который в данном случае принимается за ноль. По ординате дается выраженная в процентах вероятность наступления минимумов ниже определенного предела.

Для территории Советского Союза можно выделить три основных типа кривой вероятности: — первый, охватывающий всю европейскую часть и Западную Сибирь, второй, наблюдающийся в Забайкалье, и, наконец, последний, с наибольшей амплитудой, характерен для степей и пустынь Средней Азии (рис. 26) [67].

При использовании этих типов кривых следует учитывать, что они вычислены для нормального местоположения станций. Для непонятного, например, или, наоборот, очень благоприятного положения

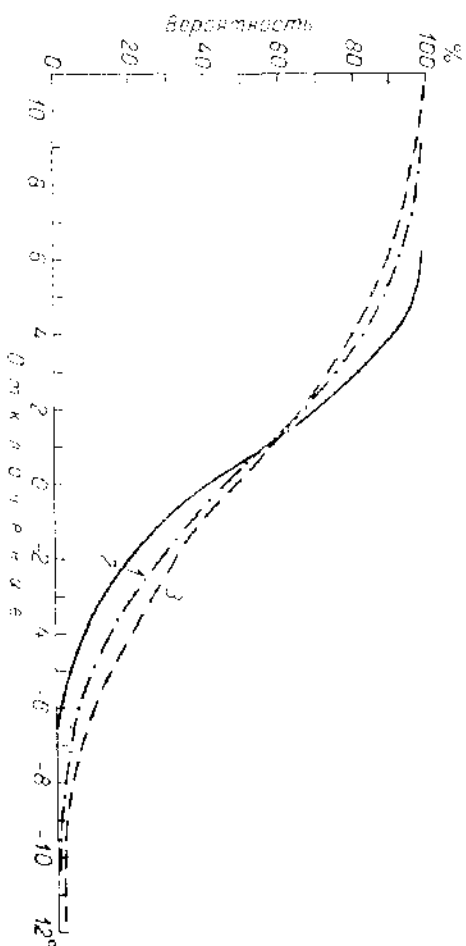


Рис. 26. Кривые вероятности наступления низких минимальных температур в зависимости от отклонения от среднего из абсолютных годовых минимумов температуры [67].

1 — европейская часть СССР и Западная Сибирь, 2 — Забайкалье, 3 — Средняя Азия.

станции на склонах внесет в каждом отдельном случае свои узкие местные коррективы.

Проценты вероятности наступления определенного понижения температуры, в которых она дана на графике, можно перевести в частоту повторяемости ее по годам:

100 % — ежегодно,	40 % — 1 раз в 2—3 года,
90 % — 9 раз в 10 лет, 30 % — 1 раз в 3 года,	
80 % — 8 раз в 10 лет, 20 % — 1 раз в 5 лет,	
60 % — 7 раз в 10 лет, 10 % — 1 раз в 10 лет,	
50 % — 1 раз в 2 года, 0 % — отсутствует.	

Принцип пользования графиком следующий. Необходимо знать среднюю из абсолютных годовых минимумов температуру (например, $-3,7^\circ$) и критическую температуру для культуры (10°), вероятность наступления которой определяется. По данным рассчитывается отклонение. Из критической температуры вычисляется средняя из абсолютных минимумов температур: $-10^\circ - (-3,7^\circ) = -6,3^\circ$. На графике для LTC по оси абсцисс находят полученная величина отклонения ($-6,3^\circ$) и восстанавливают перпендикуляр к кривой, с которой снимается вероятность

(в приведенном примере вероятность наступления температур -10° приближается к 0%).

Удобство пользования средними из абсолютных годовых минимумов температуры заключается еще и в том, что на основе этого показателя может быть составлено представление о частоте дней и даже часов с температурой ниже любых пределов.

3.3. Карпирование средних из абсолютных годовых минимумов температуры воздуха

Карпирование средних из абсолютных годовых минимумов температуры дает наглядное представление об условиях зимовки на определенной территории. Для этого используется метод построения фоновых карт, описанный выше, т. е. изолинии среднего из абсолютных минимумов температуры на карте прокладываются по данным преобладающего количества станций, характеризующих изменения в макромасштабе. Данные всех станций, отклоняющихся от изолиний на $\pm 1^{\circ}$, типизируются по местоположению и даются в виде поправок в таблице к карте [59, 70].

Некоторую трудность представляет карпирование среднего из абсолютных минимумов $T_{\text{мин}}$ в горных районах, поскольку здесь различные формы рельефа часто перекрывают изменения $T_{\text{мин}}$ в зависимости от высоты места. В этом случае целесообразно для определения вертикальных температурных градиентов в конкретном горном районе сгруппировать станции по основным формам рельефа:

- 1) вершины и верхние части склонов с относительной разностью высот между вершей точкой и дном долины более 150 м,
- 2) срединны склонов,
- 3) горные долины (шириной ≤ 4 км в поперечнике) с относительной разностью высот между дном и бровкой долины более 150 м,
- 4) замкнутые узкие (менее 1 км в поперечнике) долины и плоские котловины.

Далее строится графика связи $T_{\text{мин}}$ с высотой места для отдельных районов с учетом форм рельефа и по возможности экспозиции склона. По графикам рассчитываются вертикальные градиенты среднего из абсолютных годовых минимумов температуры воздуха (град./100 м). Данные приведены в табл. 21.

В Главной геофизической обсерватории проведено схематическое районирование поправок для среднего из абсолютных годовых минимумов температуры на местоположение в изрезанном рельефе для территории СССР. Рассмотрены районы в умеренном и континентальном климате с высотным рельефом ($\Delta h \leq 50$ м), с холмистым рельефом ($\Delta h = 50 - 150$ м), с низко- и среднегорным рельефом ($\Delta h = 150 - 300$ м) и горным рельефом ($\Delta h > 300$ м). В соответствии с принятой классификацией выделено семь зон с разными поправками на $T_{\text{мин}}$ в холмистом и горном рельефе.

Таблица 21

Высота (м) прохождения изолиний среднего из абсолютных годовых минимумов температуры (град.) воздуха в горах Большого и Малого Кавказа, Тянь-Шаня и Памира

Формы системы	Широта места (град.)	$T_{\text{мин}}$									
		-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
Малый Кавказ	39-42	-	400	1200	1900	2600	3400	-	-	-	-
Южный склон Большого Кавказа	41-43	250	600	1050	1600	2300	3000	3700	-	-	-
Северный склон Большого Кавказа	43-44	-	-	-	900	200	3000	3700	-	-	-
Южные склоны Зеравшанского, Зайлийского хребтов и Памира	37-39	-	-	1050	1600	2250	-	-	-	-	-
Северные склоны Туркестанского, Зеравшанского и Алтайского хребтов	39-40	-	-	-	1850	2550	3150	3800	4450	5100	5800
Южные склоны Таласского и Ферганского хребтов	40-42	-	-	-	2100	2950	3600	4200	4800	5400	6000
Северные склоны Таласского и Зайлийского хребтов	42-44	-	-	-	500 1800	1900 1000 2350	2800 400 2900	3500 3100	4200 3900	4900 4400	5600 -

Примечание. Двойные цифры высот прохождения изолиний $T_{\text{мин}}$ обозначают нижнюю и верхнюю границы инверсии.

В северо-западных, западных и южных равнинных районах Европейской территории СССР, на побережьях северных морей, в северных и центральных районах Западной Сибири, а также в субтропических районах Западной Грузии и Азербайджана с киров-нецим, слабо выраженным рельефом ($\Delta h \leq 20 : 50$ м) вершины и верхние части склонов примерно на 2° теплее, а замкнутые узкие долины и котловины на $3-4^\circ$ холоднее открытого ровного места. Максимальные микроклиматические различия по элементам рельефа не превышают $5-6^\circ$ (зона I).

В более континентальном климате Приволжской, Туранской низменностей, а также южных районов Западной Сибири при той же относительной разности высот ($\Delta h = 20 : 50$) микроклиматические поправки возрастают и составляют $6-7^\circ$ между вершиной и котловиной или узкой долиной (зона II).

На возвышенностях Евразийской территории СССР (Средне-русской, Валдайской, Приволжской, Воинно-Полотской, Ставро-польской, Донецкого края, Общего Сырта) и в холмистой местности Кольского полуострова и полуострова Таймыр (при M , равной $50-150$ м) $T_{\text{мш}}$ на вершинах на $3-4^\circ$ выше, а в котловинах на $4-5^\circ$ ниже, чем на открытом ровном месте, т. е. максимальная поправка на рельеф составляет $7-9^\circ$. Примерно такие же поправки могут быть в выровненных районах прерий Тянь-Шаня и Памира и в Центральной Якутии ($M = 50$ м) в связи с возрас-танием континентальности климата, а также в горах Кавказа выше 2 км в связи с влиянием абсолютной высоты над уровнем моря (зона III).

В континентальном климате Казахского мелкосопочника, предгорий Алтая, Сайн, Тянь-Шаня и Восточной Сибири в холмистом рельефе ($M = 50 : 150$ м) различия в $T_{\text{мш}}$ между вытянутыми и вогнутыми формами рельефа возрастают до $9-11^\circ$. Примерно такие же поправки наблюдаются в низко- и среднетерном рельефе ($\Delta h = 150 : 300$ м) Урала, Кавказа, Карпат, Копет-Дата, а также Кашгара и Чукотского полуострова (зона IV).

В низко- и среднетерных районах Тянь-Шаня, Памира, Алтая, Сайн и Восточной Сибири ($M = 150 : 300$ м), а также в горных районах выше 2 км максимальные поправки на рельеф возрастают до $11-13^\circ$. Сходные по величине поправки возможны в горном рельефе Кавказа при возрастании относительной разности высот от 300 м и более (зона V).

При возрастании базисов эрозии до 300 м и более в горах Тянь-Шаня, Памира, Алтая, Сайн и Восточной Сибири максимальные различия в $T_{\text{мш}}$ по элементам рельефа возрастают до $13-15^\circ$ (зона VI).

Наибольшие контрасты в распределении $T_{\text{мш}}$ по элементам рельефа возможны в горах Центральной и Восточной Якутии (хребты Верхоянский, Черского, Оймяконское, Черское плоскогорья), где при $\Delta h = 300$ м вершины на 6° теплее, а замкнутые долины на $9-10^\circ$ холоднее, чем середина склона, т. е. максимальные различия достигают $15-17^\circ$ (зона VII).

Из рассмотренных данных следует, что поправки на рельеф к $T_{\text{мш}}$ имеют четко выраженную географическую изменчивость. Достаточно сказать, что максимальные различия $T_{\text{мш}}$ на вытянутых и вогнутых формах рельефа возрастают более чем в три раза в направлении с северо-запада на восток и юго-восток в соответствии с увеличением континентальности климата и относительных разностей высот местности в разных районах СССР. Вместе с тем следует иметь в виду, что рассмотренное районирование поправок на местоположение $T_{\text{мш}}$ в холмистом и горном рельефе является схемой, которую предстоит уточнить на местах, привнося для этих целей данные всех метеорологических станций, в том числе и новых.

3.4. Обработка данных по минимальной температуре почвы

Учет температуры почвы обязателен для оценки агроэкологической территории применительно к многолетним культурам.

Ф. Ф. Лавитас [19] установил, что для оценки условий перезимовки растений могут быть также применены средние из абсолютных годовых минимумов температуры почвы. Для обработки полученных данных необходимо за температурой почвы на той или иной глубине (для плодовых 20 или 40 см, для озимых зерновых и многолетних трав — на глубине залегания узла кущения) по длиннорядным станциям. Берутся абсолютные минимальные температуры по годам на определенной глубине и вычисляются средние из них, а также отклонения от средних по годам. Затем строятся график повторяемости минимумов в отклонениях от среднего. По оси ординат дается повторяемость, а по оси абсцисс — отклонение температуры от среднего из абсолютных годовых минимумов.

Исследования Лавитас показывают, что кривые повторяемости минимальной температуры почвы на 10 см изменяются в зависимости от снежного покрова и глубины почвенного горизонта. Так, в северных районах КТС абсолютный минимум температуры почвы был мало колеблется из года в год. В соответствии с этим кривая имеет меньший размах по сравнению с кривой для южных районов. В северных районах отклонение абсолютных минимумов на глубину 25 см от среднего многолетнего значения может быть от $-2,5$ до -3° , в пределах вероятности от 10 до 90% ; в южных же районах эти отклонения могут быть от -1 до -5° . Проникают это вследствие более глубокого и устойчивого снежного покрова в северных районах. Фактически наблюдений за минимальной температурой почвы на глубине узла кущения очень мало, что затрудняет климатологическую обработку. Однако получить их можно косвенным путем при помощи расчетов по метеорологическим элементам, данные по которым имеются за большой ряд лет.

В основу расчетов может быть положена зависимость В. А. Моейсейчик [2, 83 и др.] экспериментальным путем зависимость минимальной температуры почвы на глубине 3 см от минимальной

температуры воздуха, глубина промерзания почвы и высоты снежного покрова. При отсутствии снежного покрова расчеты минимальной температуры почвы на глубине 3 см могут быть произведены по формуле

$$t_{г,г} = t_{г,в} + 0,7(T_{г,в} - T_{г,г}) - 0,33, \quad (24)$$

где $t_{г,г}$ — минимальная температура почвы на глубине 3 см за данный день, $t_{г,в}$ — та же температура почвы за предшествующий день, $T_{г,г}$ — минимальная температура воздуха за данный день, $T_{г,в}$ — минимальная температура воздуха за предшествующий день.

При наличии снежного покрова минимальная температура почвы может быть рассчитана по следующему уравнению регрессии: при высоте снежного покрова 5 см

$$z = -0,62y - 0,07x \pm 5,2, \quad (25)$$

при высоте снежного покрова 10 см

$$z = -0,15y - 0,06x \pm 0,48, \quad (26)$$

при высоте снежного покрова 15 см

$$z = -0,17y - 0,06x \pm 1,9, \quad (27)$$

где z — минимальная температура почвы на глубине 3 см, y — минимальная температура воздуха, x — глубина промерзания почвы.

3.5. Обработка данных наблюдений по снежному покрову

Для растений, зимующих под снегом, большое значение имеет учет мощности снежного покрова, характера его залегания, а также учет динамики снежного покрова, так как в разные периоды зимы он может иметь неодинаковое климатическое значение для характеристики перезимовки культурных растений.

Целесообразно для характеристики снежного покрова пользоваться данными наблюдений по снегомеркам. Обычно для характеристики высоты снежного покрова и его динамики за зиму в агроклиматологию используются декадные данные снегомерок за большой ряд наблюдений.

Климатологическая обработка данных наблюдений по снежному покрову (на последний день декады) сводится к следующему [63]: анализ рядов наблюдений, приведение данных по высоте снежного покрова к длинному ряду, построение карт распределения высоты снежного покрова по территории, расчет вторичности различных высот снежного покрова.

Ветодствие перемени места измерения высоты снега в разные годы или изменения степени запыченности участка от ветров ряды наблюдений ставонятся неоднородными. При анализе материала существенно выбирать ту часть ряда, которая дает высоту снежного покрова, наиболее характерную для значительной площади.

По О. А. Гроздову, анализ однородности рядов производится по высоте снежного покрова, для чего строится график корреляционной зависимости максимальных высот снежных стаций снежного покрова за каждую зиму двух соседних стаций. Под терминном максимальной высоте снежного покрова понимается средняя из

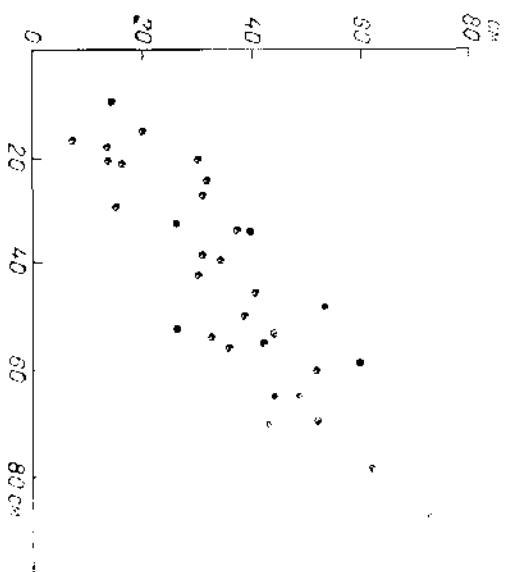


Рис. 27. Связь максимальных высот снежного покрова двух пунктов.

наибольших декадных высот за зиму. Подумается она путем осреднения максимальных декадных высот снежного покрова, выбранных из каждого года, независимо от того, в какую декаду они наблюдаются.

Пример связи максимальных декадных высот снежного покрова для двух пунктов приведен на рис. 27.

При использовании данных по снежному покрову целесообразно опираться на периоды наблюдений значительной длительности. Е. Я. Щербакова показала, что даже в районах с устойчивым покровом 20-летние средние дают еще большие отклонения от 40-летних с исключением годового хода. Поэтому при использовании коротких рядов наблюдений следует по возможности привоить их к длинному ряду.

Приведение осуществляется по графику корреляционной зависимости между максимальными декадными высотами снежного покрова приводимой и опорной стацией. Однако следует иметь в виду, что приведение целесообразно только при небольшом расхождении точек и когда они достаточно точно лежат вдоль прямой «стационарности». Кроме того, приведение имеет смысл в тех случаях, когда большая ось эллипса рассеивания точек не менее чем в два раза больше малой оси.

Приведение к длинному ряду высоты снежного покрова за каждую декаду производится по карте помер высоты снежного

покрова для конкретных декады. Для этой цели по многолетним средним для всех длинных рядов вычисляются средние высоты снежного покрова за каждую декаду и выражаются в процентах от средней из наибольших декадных высот за зиму. При вычислении необходимо учесть некоторые особенности расчленил высот снежного покрова для начала и конца зимы, так как в некоторые

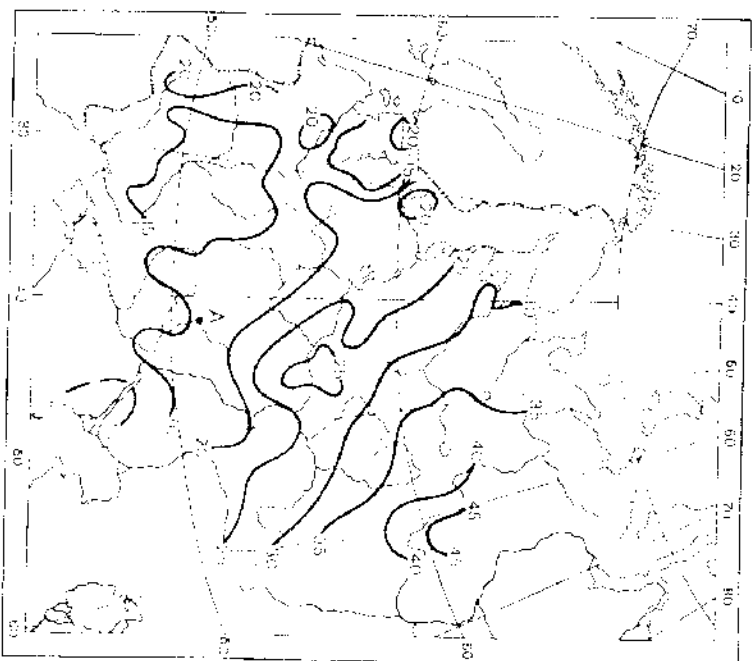


Рис. 28. Карта изомер первой декады декабря [193].

декады в начале и конце зимы снежный покров лежит не ежегодно. О. А. Дроздов предложил для тех декад, когда более чем в 50% зим снежного покрова не было, не выводить средних значений. В таблицах многолетних средних декадных высот снежного покрова особым значком — точкой (•) показывают, что в соответствующую декаду снежный покров наблюдается менее чем в 50% зим.

В случае приведения декадных данных короткоярных станций к длиннорядным строятся карты изомер высоты снежного покрова в процентах от средней из наибольших декадных высот за зиму. С этих карт путем обильной интерполяции складываются значения процентов для пунктов с короткими рядами наблюдений. А так как многолетняя средняя максимальная высота снежного покрова уже определена для короткоярной станции путем приведения с помощью корреляционных графиков, то легко вычислить за декаду высоту снежного покрова в сантиметрах.

Пример. Для пункта А по карте изомер (рис. 28) определяем его высоту снежного покрова за первую декаду декабря, выраженную в процентах от средней из наибольших декадных высот, составляет 16%. Средняя из наибольших декадных высот для этого пункта, приведенная к многолетнему периоду с помощью корреляционного графика, равна 40 см.

Высота снежного покрова для первой декады декабря составит соответственно 6 см:

$$100\% — 40 \text{ см} \\ 16\% — хх \quad 6 \text{ см.}$$

Построение карт изомер высоты снежного покрова возможно лишь тогда, когда имеется достаточное количество станций с длинными рядами наблюдений, более или менее равномерно распределенных по территории.

Для оценки условной неравномерности целесообразно строить карты распределения высоты снежного покрова по территории. В климатологии обычно карты строятся по средней из наибольших декадных высот снежного покрова за зиму. В агроклиматологии чаще интересны карты по снежному покрову за периоды наибольших зимних температур (за какую-нибудь декаду января и т. д.).

Принцип построения карт одинаков. При построении используются данные наблюдения снегомерных съемок, обработанные в соответствии с приведенной выше методикой. В условиях изрезанного рельефа рассчитываются фактически вертикальные градиенты высоты снежного покрова для отдельных горных систем, отдельных склонов и т. д. Эти градиенты используются для проведения изолиний высоты снежного покрова этих горных систем и склонов. Учитывается также форма рельефа, экспозиция склонов, условия задушевности места от ветров.

3.6. Расчеты повторяемости различных высот снежного покрова

Судить о неравномерности осадков только по средней многолетней высоте снега трудно. Известно, что высота снежного покрова выше средней обеспечивается только в 50% лет, а в остальные 50% лет она ниже. Для более полной характеристики снежного покрова рассчитываются повторяемости различных высот снежного

Повторяемость зим с различной максимальной высотой снежного покрова (%)

Станция	Высота снега в покрове, см											
	от 0	от 1	от 2	от 3	от 4	от 5	от 6	от 7	от 8	от 9	от 10	от 11
Черкеск	12	14	12	22	19	10	2	2	5	2		

Повторяемость различных высот снежного покрова (см) по декадам (%). Чердынь, защищенная установка

Высота снежного покрова, см	I			II			III			IV			V			VI			Предела (31-30)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
0	92																		0
1-5	70	3																	1-5
6-10																			6-10
11-20																			11-20
21-30																			21-30
31-50																			31-50
51-75																			51-75
76-100																			76-100
101-125																			101-125
126-150																			126-150
151-200																			151-200

покрова. Важно знать повторяемость зимы с той или иной высотой снежного покрова, а также повторяемость различных высот снежного покрова по декадам.

Повторяемость снежного покрова рассчитывается обычным способом. Первоначально подсчитывается число случаев с высотой снега в определенных градациях, которое затем выражается в процентах от общего числа лет. В табл. 22 приведены расчеты повторяемости зим с различной максимальной высотой снежного покрова [63]. Из таблицы видно, что наиболее часто (в 22% всех зим) максимальная высота снежного покрова за зиму составляет 91-100 см, но бывает зимы (около 2% всех зим), когда высота снежного покрова превышает 150 см.

Пример. Иллюстрируем повторимость различных высот снежного покрова по декадам, дан в табл. 23.

3.7. Расчеты распределения снежного покрова на полях

Хорошо известно, что на одном и том же поле снежный покров распределяется крайне неравномерно. Поэтому важно произвести расчеты распределения снежного покрова на полях при разной средней высоте его по многолетним данным исследования.

Ряд авторов (Петунина, Окушко, Монсичик и др.) установили, что средняя высота снежного покрова 10 см

и меньше не дает при низких температурах гарантии благополучной перезимовки озимых, так как в этих случаях большие участки поля остаются открытыми снежным покровом. Благоприятный исход перезимовки даже при очень сильных морозах возможен только при средней высоте снежного покрова больше 30 см, когда на поле нет участков с высотой снежного покрова меньше 10 см.

Для выяснения распределения снежного покрова на полях озимых лучше всего использовать фактические данные о количестве замеров с различной высотой, полученные по снегомерке. Так как снегомерка состоит из 100 промеров на типичном для района участке поля, то высоту каждого промера можно принять за показатель укрытия озимыми покровом данной высоты 1% площади поля [83].

Вероятность распределения снежного покрова на полях рассчитывается за период наблюдений не менее чем за 20 лет. По результатам снегомерок на полях за каждый год выбираются показатели с определенной средней высотой снежного покрова (1, 2, 3, 4 см и т.д.) и соответствующим числом промеров по градациям высот (0,1-3, 4-6, 7-10, 11-15, 16-20, 21-30, 31-50, 51-80, 81-100 см). Затем все случаи промеров отнесены по каждой

Таблица 24

Вероятность распределения снежного покрова на полях озимых при различной средней высоте его по снегомерке (в % от общей площади поля)

Средняя высота снежного покрова, см	Градации высот снежного покрова, см									
	1-3	4-6	7-10	11-15	16-20	21-30	31-50	51-80	81-100	
1	70	24	5	1	0					
2	16	33	17	4	0					
3	27	38	25	9	1	0				
4	18	30	33	13	3	0				
5	10	25	39	21	5	0				
6	7	19	34	29	10	1	0			
7	3	16	30	33	12	2	0			
8	2	11	25	31	15	6	0			
9	2	7	18	23	17	9	1			
10	1	4	14	12	13	11	0			
11	1	1	11	8	8	9	0			
12	1	3	9	6	6	7	0			
13	0	3	7	5	5	5	0			
14	0	2	6	4	4	4	0			
15	0	2	5	3	3	3	0			
16	0	1	4	2	2	2	0			
17	0	1	3	1	1	1	0			
18	0	0	2	1	1	1	0			
19	0	0	1	1	1	1	0			
20	0	0	0	0	0	0	0			
21-30	0	0	0	0	0	0	0			
31-50	0	0	0	0	0	0	0			

графикам определяются за все годы и выписываются в специальную таблицу (табл. 24).

В табл. 24 даны расчеты вероятности распределения снежного покрова, произведенные В. А. Моисейчук для юго-восточных районов СССР.

Для характеристики условий перезимовки очень важно знать также обеспеченность укрытия полей снежным покровом по годам в зависимости от средней многолетней его высоты. Обеспеченность укрытия полей снежным покровом рассчитывается обще-

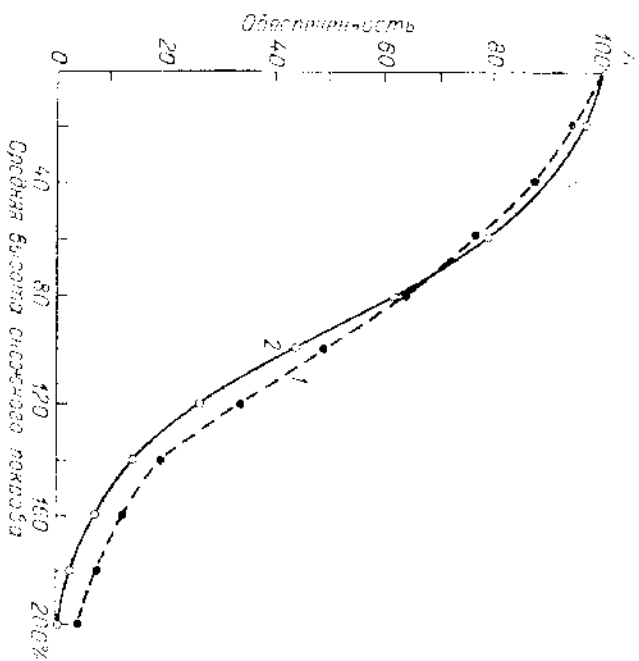


Рис. 29. Обеспеченность средней высоты снежного покрова (сплошная) по средней многолетней (2).

1 — это данные ЕТС, 2 — данные Златошной Обиры и Казакстана.

принятым для всех элементов способом. Очень удобно пользоваться при расчетах кривыми обеспеченности В. А. Моисейчук [2] построив на кривую обеспеченности средних для полей высот снежного покрова по годам в зависимости от средней многолетней его высоты, которая выражена в процентах (рис. 29).

Пример пользования кривой. Средняя многолетняя высота снежного покрова по станции А, расположенной на юго-востоке ЕТС, составляет 30 см. Она принимается за 100%. Необходимо определить обеспеченность высот 10 см и выше, сохраняющих жизнеспособность озимых. В процентах от многолетней высоты (30 см) 10 см составит 33%.

От оси абсцисс (рис. 29), соответствующей 33%, проводим прямую до пересечения с кривой обеспеченности, от нее проводим

вертикаль к оси ординат и получаем обеспеченность, равную 95,0%, т. е. высота снега выше 10 см обеспечена в пункте А почти ежегодно.

3.8. Обработка данных наблюдений над промерзанием почвы

Промерзание почвы также характеризует суровость зимы. Обычно промерзание почвы характеризуется данными наблюдений о глубине промерзания почвы на конец каждого месяца зимнего периода.

Средняя многолетняя глубина промерзания почвы на конец каждого месяца вычисляется как средний из соответствующих данных за каждый год наблюдений, произведенных одним каким-либо методом: методом пробного бурения или по мерзотометру. Данный этап. Первый недостаток должен быть не менее 10 лет.

Глубина промерзания почвы зависит от многих факторов: рельефа, типа почвы, растительности, характера застегивания снежного покрова, близости грунтовых вод, влажности почвы и др. Воздействие этих факторов обычно бывает комплексным. Поэтому выявление поправок на среднюю глубину промерзания почвы под влиянием местных условий представляет большие трудности и до настоящего времени изучено недостаточно.

На глубину промерзания почвы большое влияние оказывает высота снежного покрова. Например, при средней высоте снежного покрова 34 и 22 см глубина промерзания почвы соответственно равна 122 и 162 см.

Сильное воздействие на глубину промерзания почвы оказывает рельеф и микрорельеф. В первом приближении можно считать, что глубина промерзания почвы в зависимости от характера микрорельефа изменяется примерно в следующих размерах (по отношению к равной поверхности): возвышенные места и северные склоны от 1,2 до 1,5, восточные и западные склоны от 1 до 1,35, южные склоны от 0,7 до 0,9, пониженные места (завалыны) от 0,5 до 0,7 м.

Рабочая таблица для расчета обеспеченности теплом
фаз развития озимой ржи

Год	Сумма эффективных температур на период от 1-го до 2-го				до фаз развития растений период температур > 3°C
	20 °С	10 °С	10 °С	2 °С	
1901	311	255	140	15	15
1902	420	230	125	80	80
1903	350	215	115	50	50
1904	380	210	135	125	125
1905	349	229	116	119	119
1906	302	205	125	62	62
1907	352	207	129	48	48
1908	334	270	140	49	49
1909	401	260	131	65	65
1910	410	198	151	70	70
1911	372	185	119	62	62
1912	380	170	110	59	59
1913	278	180	117	45	45
1914	309	205	118	43	43
1915	345	220	135	51	51
1916	321	201	130	49	49
1917	280	150	130	42	42
1918	259	300	125	60	60
1919	230	148	155	70	70
1920	360	220	160	39	39
1921	345	221	165	119	119
1922	330	270	131	63	63
1923	372	191	132	73	73
1924	301	180	140	80	80
1925	251	165	171	61	61
1926	270	169	152	80	80
1927	280	210	115	90	90
1928	334	210	115	75	75
1929	345	280	79	73	73
1930	350	165	80	100	100
Период с 1931 по 1939	329	210	131	69	69
Средняя сумма эффективных температур					
3-х летний (2-х лет + 52°)					
5-х летний (3-х лет + 52°)					
вероятность лет (5%)					10
3-х летний 3-х лет (2-х лет + 52° - 13°)					33
вероятность лет (5%)					
вероятность лет (5%)					17
вероятность лет (5%)					57
вероятность лет (5%)	30	30	21	3	3
вероятность лет (5%)	100	100	70	10	10

дальнейших фаз развития составляет 50%. Для таранглы ежегодного наступления нужных фаз требуется увеличение биологических сумм температур на определенную величину. За климатическую границу возможного возделывания культур устойчивого можно принять сумму температур, обеспечивающую созревание или наступление хозяйственно ценных фаз развития в 90% лет (9 раз в 10 лет).

Для вычисления обеспеченности различных сумм активных температур можно воспользоваться показателями, разработанными Ф. Ф. Давытовой для зон с неустойчивым, устойчивым и особо устойчивым климатом (рис. 30). Согласно рис. 30, суммы температур, обеспечивающие в 90% лет, отклоняются от средней величины соответственно по зонам на 200, 250, 300°. Поэтому и сумма температур для обеспечения созревания культуры в 90% лет должна быть больше на эти величины отклонений.

Тип неустойчивого климата характерен для территории Неро-пейской части СССР, Западной Сибири и Средней Азии, тип устойчивого климата — для Восточной Сибири и особо устойчивого — для районов крайнего северо-востока СССР.

1.2. Расчеты обеспеченности теплом озимых посевов в осенний период их развития

Оптимальным сроком сева озимых считается срок, при котором к моменту прекращения вегетации достигается нормальная кустистость.

По данным А. А. Шинотова [79], при достаточном увлажнении верхних слоев почвы сумма эффективных температур (выше 5°) от посева до выходов составляет для озимой ржи 72° и для озимой пшеницы 67°, от посева до начала кущения — для озимой ржи 119° и для озимой пшеницы 131°, по которым растения хорошо и полностью раскустятся, сумма эффективных температур для этой суммы должна быть не менее 300°, считая со дня посева.

Используя эти показатели и данные наблюдений за температурой воздуха в течение вегетационного периода (25-30 лет), можно рассчитать оптимальные сроки сева озимых по обеспеченности их теплом. Для этого за каждый год от заданного дня посева до даты устойчивого перехода температуры воздуха через 5° подчитывается сумма эффективных температур и определяется фаза развития.

В рабочую таблицу (табл. 25) вносятся за каждый год суммы эффективных температур выше 5° от посева до перехода температуры воздуха через 5°, затем для каждого срока сева рассчитывается средний многолетний сумма температур и число лет с той или иной фазой развития, которое выражается в процентах от общего числа лет наблюдений.

Сводные данные с окончательными результатами обеспеченности озимой культуры теплом представлены в табл. 26. Из анализа этой таблицы видно, что наилучшим сроком сева озимых будет последний декада августа.

Характеристика обеспеченности талом озимой ржи в осенний период ее развития при разных сроках сева. Ст. Благоворок

Срок сева	Сумма эффективных температур от посева до прекращения всходов (град.)		Периодность лет с фазой развития в колосе, в среднем		Кустовые
	средн.	макс.	макс.	эконом. лет	
20 VIII	329	420	230		100
31 VIII	210	275	148		100
10 IX	131	190	79	30	70
20 IX	68	125	39	37	10

В районах с недостаточным увлажнением почвы в период посева (менее 20 мм в ливотном слое) определение даты наступления той или иной фазы развития озимых к моменту прекращения вегетации производится с учетом влажности почвы по методу Е. С. Утановой [101].

Она устанавливает зависимость продолжительности периодов посев-входы и входы-кущение озимой ржи от значений температуры почвы при определенных температурах (рис. 31 и 32), а также зависимость продолжительности периода входов-кущения озимой ржи от температуры и запасов влаги (рис. 33).

Рис. 31. Зависимость продолжительности периода посев-входы озимой ржи от значений температуры почвы при определенных температурах

Рис. 31. Зависимость продолжительности периода посев-входы озимой ржи от значений температуры почвы при определенных температурах (в градусах) посев-входы озимой ржи и озимой пшеницы и от запасов влаги W в слое почвы 0—20 см (при температуре выше 14°).

производить также и по формулам:

$$n = 74,2 / W^{0,31}, \quad (29)$$

где n — продолжительность междоузлия периода посев-входы озимых (дни), W — запасы продуктивной влаги (мм) в слое почвы 0—20 см;

$$n = 93,4 / W^{0,31}, \quad (30)$$

где n — продолжительность междоузлия периода входов-кущения озимой (дни), W — запасы продуктивной влаги (мм) в слое 0—20 см.

Прежде чем приступить к расчетам дат наступления фаз развития и состояния озимых ко времени прекращения вегетации, необходимо определить дату прекращения вегетации по устойчивому переходу средней суточной температуры воздуха через 5° осенью.

Для расчета фаз развития за каждый год от первого срока сева — показателю (10/VIII, 20/VIII, 30/VIII и т. д.) выписываются данные по температуре, запасам продуктивной влаги в слое 0—20 см и сумме эффективных температур. По этим данным и графическим зависимостям (рис. 31—33) определяется период от сева до начала кушения. При недостаточных запасах влаги или низкой температуре данные по температуре и запасам влаги для расчета периода посев-входы, входы-кущение брать ориентировочно как средние за две декады. Затем рассчитывается огибаемая кустистость озимых культур. В связи с тем, что показатели, определяющие интенсивность кушения в зависимости от комплексного воздействия температуры и запасов влаги еще не разработаны, период от начала кушения до прекращения вегетации приходится оценивать только по температурным показателям. Это

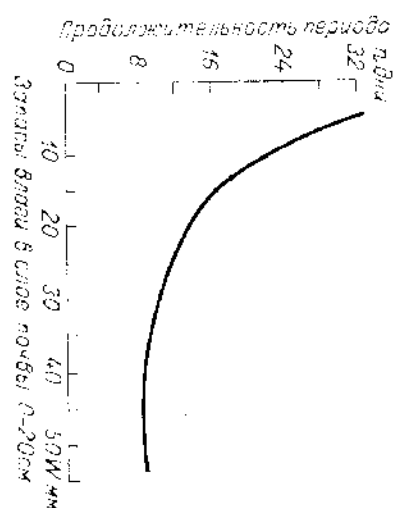


Рис. 32. Зависимость продолжительности периода входов-кущения озимой ржи от значений температуры почвы W в слое почвы 0—20 см (при температуре выше 14°).

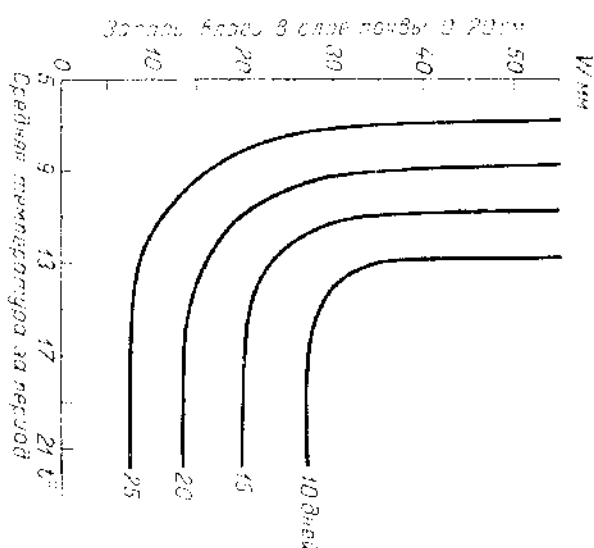


Рис. 33. Зависимость продолжительности периода входов-кущения озимой ржи от значений температуры и запасов влаги W в слое почвы 0—20 см.

высот и расчеты некоторую неточность, и данные по кустистости получают несколько завышенными, так как отрицательное (тормозящее) действие недостатка влаги в этот период не учитывается. Однако эта неточность незначительна. В период от начала кушения до прекращения вегетации температура воздуха бывает очень невысокой, а дожди начинают выпадать чаще и самый верхний слой почвы вследствие копирования испарения обычно бывает увлажнен даже в засушливых районах. Все же в случае длительных бездождных периодов расчеты кустистости лучше вести с момента выпадения дождя.

Сумма эффективных температур 181° за период от начала кушения до прекращения вегетации будет показателем повышения шести побегов озимой ржи, а 81° за этот же период — показателем трех побегов озимой ржи. По этим суммам температур за период кустистости и определяется состояние озимых ко времени прекращения вегетации. Для ряда новых сортов озимых культур суммы эффективных температур за период от начала кушения до прекращения вегетации целесообразно уточнить. Кроме того, по возможности следует уточнить температурные константы с учетом агрохимикатов (защитных удобрений и др.).

Пример расчета эффективных сроков сева. Допустим, мы ведем расчет для срока сева 20/VIII. Для этого с учетом удлинения почвы и температуры воздуха определяем продолжительность периода посева — всходы.

В нашем примере при посеве озимых 20/VIII в следующие две декады температура была выше 14° , а запасы влаги в слое почвы 0–20 см в среднем составляли около 12 мм. При таких условиях находим по графику на рис. 31, что продолжительность периода посева — всходы равна 12 дням, т. е. при сроке сева 20/VIII всходы должны появиться 1/VX. В следующие две декады после всходов (в первую и вторую декады сентября), в которые температура была выше 14° , запасы влаги вновь были около 12 мм. Продолжительность периода всходы — кушение по графику на рис. 32 при таких условиях равна 20 дням, т. е. начало кушения у озимых будет наблюдаться с 21/VX.

После определения даты начала кушения озимых подсчитываем сумму эффективных температур за период от начала кушения (21/VX) до конца вегетации (20/X), она равна 104° . Так как сумма эффективных температур 181° является необходимой для образования шести побегов, а 81° — для образования трех побегов, то сумма эффективных температур 104° в период кустистости обеспечит у озимых кустистость несколько больше трех побегов. Следовательно, для срока сева 20/VIII даже при недостаточных запасах влаги к концу вегетации у озимых будет наблюдаться несколько больше трех побегов.

Точно так же делаются расчеты и для других сроков сева. После того как за каждый год будут рассчитаны по всем срокам сева даты наступления фаз развития и кустистости, подсчитывается число лет в процентах с той или иной фазой развития и кустистостью. Результаты расчетов записываются по форме в таблицу (табл. 26).

1.3. Оценка условий произрастания теплолюбивых культур при разных сроках сева

Успешное развитие теплолюбивых культур в начале вегетации в значительной мере обуславливается температурой, увлажнением верхних слоев почвы, вероятностью наступления весенних заморозков определенной интенсивности.

Для обоснования оптимальных сроков сева теплолюбивых культур рассчитывается вероятность попадания семян в холодную и сухую почву, а также вероятность повреждения всходов заморозками.

Кроме того, учитывается степень развития и созревания теплолюбивых культур в конце вегетационного периода.

Агроклиматическая характеристика условий произрастания сельскохозяйственных культур дается преимущественно для теплолюбивых культур (хлебных злаков, кукурузы, проса, гречихи и др.). Расчет агроклиматических условий произрастания теплолюбивых культур при разных сроках сева показан на примере кукурузы.

Рассчитывается вероятность: 1) заделки семян в непрогретую почву; 2) заделки семян в сухую почву; 3) повреждения всходов весенними заморозками и 4) обеспеченность теплом наступления основных фаз развития.

Вероятность заделки семян в недостаточно прогретую почву определяется по переходу средней суточной температуры почвы на глубине 10 см через предел, оптимальный для посева культуры. Для кукурузы это будет $8-10^{\circ}$. Если нет длинного ряда лет наблюдений над температурой почвы, берутся эти же данные по температуре воздуха.

Даты перехода средней суточной температуры почвы или воздуха определяются за каждый год, и подсчитывается число случаев, когда в данном пункте переход средней суточной температуры произошел после того или иного срока сева культуры. Число случаев выражается в процентах от общего числа лет, взятых для расчета.

При вычислении вероятности заделки семян в сухую почву исследуются данные инструментальных наблюдений над влажностью почвы по пару или збиби. При отсутствии этих данных влажность почвы определяется расчетными методами, изложенными в руководстве по контролю и обработке наблюдений над влажностью и промерзанием почвы [78]. В качестве исходных данных о начальном увлажнении почвы берут результаты определения влажности почвы на збиби или под яровой пшеницей в конце апреля — начале мая. Изменения запасов влаги в слое почвы 0–20 см вычисляются за каждую декаду до последнего срока посева культуры. Затем подсчитывается число лет, когда запасы влаги в слое почвы 0–20 см были меньше 20 мм, и это число выражается в процентах от общего числа лет наблюдений.

Для вычисления вероятности повреждения всходов культуры весенними заморозками вначале расчетным методом определяются возможные даты появления всходов. Для этого могут быть использованы показатели Ю. И. Чиркова [111]. Сумма эффективных температур выше 8° составляет за период посева всходы для сортов и гибридов различной скороспелости 83° (при глубине заделки семян 4 см и запасах продуктивной влаги 60–70 мм в слое почвы 0–10 см).

Сумма эффективных температур, требующихся в период посев — всходы, с поправкой на глубину заделки семян (в пределах 4 — 12 см) выражается следующим уравнением:

$$A = 83 - 7(h - 4), \quad (31)$$

где A — сумма эффективных температур выше 8° , накопившаяся к концу периода посев — всходы, при глубине h заделки семян; 83° — сумма эффективных температур за период при глубине заделки 4 см; 7° — дополнительная сумма эффективных температур, требующаяся на каждый сантиметр увеличения глубины заделки; h — глубина заделки семян в сантиметрах.

По средней суточной температуре (из ЛМ-1) за каждый год подсчитывается сумма температур и определяется возможная дата входов кукурузы для всех сроков сева. Одновременно в рабочую таблицу заносится дата последнего заморозка (для кукурузы — -1°). Затем для каждого срока сева определяется число случаев, когда весенние заморозки наблюдались после даты входов, которое выражается в процентах от общего числа лет.

Обеспеченность теплом характеризуется основными фаз развития рассчитывается по накопленно соответствующей сумме температур от посева до перехода средней суточной температуры воздуха через 10° осенью или до первого осеннего заморозка, если он наблюдается раньше даты перехода температуры через 10° .

Вероятность повреждения кукурузы осенними заморозками рассчитывается так же, как и вероятность повреждения весенними заморозками, т. е. определяется число лет, когда первые осенние заморозки наблюдались до даты созревания кукурузы (хоть же могут быть и случаи невызревания кукурузы из-за недостатка тепла).

При расчете возможных дат созревания кукурузы пользуются следующими показателями: от посева до точечной всхожести кукурузы требуется сумма эффективных температур выше 10° для раннеспелых сортов 620° , для среднеспелых 760° , для позднеспелых 900° , за период от посева до зреловой спелости требуется соответственно 690 , 860 и 1030° . Результаты расчетов записываются по форме табл. 27.

Анализ таблицы показывает, что оптимальными сроками сева для станции Кичин является вторая декада мая.

В условиях недостаточного увлажнения расчет суммы эффективных температур производится с учетом условий увлажнения по формуле

$$A = \frac{83 - 7(h - 4)}{K_{\text{ув}}}, \quad (32)$$

где $K_{\text{ув}}$ — отношение эффективных температур, требующихся при достаточном увлажнении ($W \geq 15$ мм в слое 0 — 10 см), к сумме

Агроклиматические условия произрастания кукурузы при разных сроках сева

Срок и глубина заделки семян	температура за период посева — всходы		количество дней до перехода температуры через 10° осенью		количество дней до первого осеннего заморозка		количество дней до последнего заморозка		количество дней до наступления фазы		количество дней до наступления фазы
	всходы	всходы	всходы	всходы	всходы	всходы	всходы	всходы	всходы	всходы	
1. Кочан	21 IV	65	23	18	100	100	100	100	100	90	54
2. Кочан	1 V	73	27	29	100	100	100	100	100	86	50
3. Кочан	11 V	86	36	11	100	100	100	100	100	76	16
4. Кочан	21 V	14	51	0	100	100	100	100	100	57	19
5. Кочан	1 VI	0	91	0	100	100	100	100	100	38	0
6. Кочан	11 VI	0	100	0	81	33	5	0	0	0	0

эффективных температур, накопившихся за период при пониженных запасах влаги (< 15 мм).

Значения $K_{\text{ув}}$ при различных запасах продуктивной влаги W в слое почвы 0 — 10 см следующие:

$$K_{\text{ув}} = \frac{W}{15} \quad \text{или} \quad \frac{W}{15} \cdot 0,93 \quad 0,96 \quad 0,79 \quad 0,72 \quad 0,66 \quad 0,58 \quad 0,51 \quad 0,44 \quad 0,37 \quad 0,30$$

В расчете на сумму эффективных температур выше 10° при приближенных расчетах могут быть использованы следующие коэффициенты [61]: 60° при заделке семян на глубину 5 см и умеренно увлажненной зоне и до 110° при заделке семян на глубину 10 см в сухой засушливой зоне.

Следует иметь в виду, что для различных сельскохозяйственных культур количество факторов, учет которых необходим при расчете оптимальных сроков сева, зависит от биологических особенностей культуры. В частности, для сахарной свеклы очень важно, помимо увлажнения почвы, температурного режима и заморозков, учесть факторы, способствующие повышению влажности и устойчивости к болезням, что основной причиной появления болезней в условиях Сибири являются низкие температуры, наблюдающиеся в течение 3 — 4 декад после посева, т. е. в период посев — всходы на постоянных местах. Благотворительно для появления проростков будет температура ниже 10° в этот период.

По сумме температур выше 10° за период посев — всходы и 330° для периода входов — 3-я декада постоянных мест (расчитывается по известной температуре в течение 3 — 4 декад после посева для обоснования наиболее оптимальных сроков сева этой культуры.

Влагообеспеченность растений определяется соответствием количества поступающей в него воды тому количеству, которое требуется растениям в данное время для нормального роста и развития. Поэтому при оценке влагообеспеченности культуры необходимо знать потребность культуры во влаге для конкретных климатических условий и обеспечить этой потребности фактически возможные запасы влаги в этих же условиях.

Ниже приводятся способы расчета потребности сельскохозяйственных культур во влаге.

2.1. Потребность сельскохозяйственных культур во влаге и ее влагообеспеченность

В расчетах по влагообеспеченности культур в агроклиматологии часто пользуются формулой А. М. Адамцева [4, 5]:

$$E = 0,65 \sum D, \quad (33)$$

где E — потребность в воде в миллиметрах, $\sum D$ — сумма средних суточных дефицитов влажности воздуха в миллиметрах за вегетацию, 0,65 — средний за вегетацию биологический коэффициент испарения.

Приведенная формула получена по данным учета водозого расхода влаги ирригами зерновыми культурами на супесчаных почвах при влажности почвы не ниже 65–70% топочной полевой влагоемкости в условиях высокой агротехники для лесных и лесостепных районов. В последующем [6] автор несколько уточнил биологический коэффициент испарения (0,57–0,66).

Достаточно надежная формула вида $E = F \sum D$ подтверждена многочисленными опытами на Украине [8, 9 и др.], в Грузии [98, 99, 112], в Казахстане [15, 32], на Северном Кавказе [51, 52, 58] и в других районах СССР. Работы по уточнению биологических коэффициентов показали, что K варьирует по зонам и провинциям соответственно местным природным условиям.

Средние за вегетацию биологические коэффициенты испарения для различных районов СССР систематизированы В. Г. Сиротенко по различным литературным источникам и приведены в табл. 28.

Для определения потребности во влаге любой культуры необходимо знать продолжительность вегетационного периода культуры (для зерновых — от посева до восковой спелости) и значение дефицита влажности за вегетационный период. В формуле Адамцева сумма дефицитов влаги дается в миллиметрах, а в справочных материалах — в миллибарах, поэтому при вычислении потребности растений во влаге нужно предварительно сумму дефицитов, выраженного в миллибарах, перевести в миллиметры, для чего эту сумму нужно умножить на первоначальный коэффициент 0,75.

Таблица 28

Средние за вегетацию биологические коэффициенты испарения для различных районов СССР
(систематизированы В. Г. Сиротенко)

Район исследования	Автор	восточная часть	центральная часть	западная часть	восточная часть	центральная часть	западная часть	восточная часть	центральная часть	западная часть	восточная часть	центральная часть	западная часть	восточная часть	центральная часть	западная часть
Пушкин (Ленинградская область)	А. М. Адамцев [6]			0,61	0,60											
Ленинградская область	Э. А. Струнников [95]	0,76	0,85		0,81											
Центрально-черноземная зона	А. Д. Клещенко [40]				0,58	0,56										
Заволжье	В. А. Милотин и др. [59]			0,65												
Среднее Поволжье	Н. Н. Рыков [15]			0,65												
Волгоградская, Ростовская, Астраханская области	А. В. Пронин [77]				0,50	0,50										
Майкоп	А. М. Адамцев [6]					0,56		0,73								
Краснодарский край, Ростовская область	Ю. С. Мельник [58]				0,62							0,61				
Юг Украины	С. М. Адамцев [9]		0,57	0,51		0,50	0,50	0,56				Тамбовская область	0,56	0,60		
Юг Украины	Д. А. Штейн [116]		0,63			0,54	0,52	0,52				То же	0,56	0,60		
Украина, Центрально-черноземная зона	О. М. Кондратюков [12]							0,50								
Восточная Грузия (орошаемые районы)	В. А. Чхенкели [112]						0,56									
Закавказье (Алашай)	Т. Е. Турманидзе [100]															
Узбекистан (орошаемые районы)	В. Г. Белоусова [15]			0,56		0,46	0,54									
	А. К. Абдураев [1]															

Примечание. Коэффициенты рассчитаны для $\sum D$, выраженной в миллиметрах.

Ниже приводятся конкретный пример расчета потребности в воде яровой пшеницы за период от посева до восковой спелости по станции Земетично Пензенской области [61]. Дата посева 5 мая, дата восковой спелости 3 августа. Значения дефицита влажности почвы декадам за этот период представлены в табл. 29. В период при-близитель считаем, что в течение всей декады значения дефицита влажности одинаковы. Для подсчета суммы дефицитов влажности за весь период вегетации необходимо умножить средний декадный дефицит влажности на число дней в декаде, в течение которых расчете неетеривовало. Так, при посеве 5 мая и восковой спелости 3 августа средний декадный дефицит влажности за первую декаду мая нужно умножить на 5, а за первую декаду августа — на 3 дня. Во все остальные декады средний декадный дефицит умножается на число дней декады.

Таблица 29
Пример расчета суммы дефицитов влажности воздуха (мм) за период вегетации яровой пшеницы

А-дефицит	Мая			Июня			Июля			Август	За весь период посев-спелость
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	
Средний декадный дефицит влажности	5,8	7,0	8,1	9,2	9,8	9,9	9,2	8,5	8,0	7,8	
Число дней вегетации по декадам	5	10	11	10	10	10	10	10	11	3	
Сумма дефицитов за весь период	29	70	89	92	98	99	92	85	88	23	765

Сумма дефицита влажности за период вегетации яровой пшеницы составляет 765 мм или 374 мм (765 : 0,75). Потребность яровой пшеницы в воде за период вегетации по формуле А. Гаврилова равна 375 мм:

$$H = 0,65 \cdot 374 = 373 \text{ мм} \approx 375 \text{ мм.}$$

За этот же самый период нужно определить возможный суммарный расход влаги под культуру, т. е. расход влаги на транспирацию и на испарение с поверхности почвы. Возможный расход влаги на суммарное испарение можно определить по уравнению полного баланса:

$$P = T + f + W_1 - W_2 \quad (34)$$

где P — возможный расход влаги на суммарное испарение, T — осадки, f — сток, W_1 — запасы влаги на начало вегетации, W_2 — запасы влаги на конец вегетации.

Поворотный сток в период вегетации культур практически бывает очень мал, им можно пренебречь. В результате возможный расход влаги определяют как сумму осадков и изменение запасов воды в метровом слое почвы. Например, если на начало вегетации

яровой пшеницы 5 мая запасы влаги в слое равнялись 160 мм, а на конец вегетации 3 августа 60 мм, то изменение влагозапасов за период вегетации составит 100 мм.

При подсчете средней многолетней суммы осадков за период вегетации принимается, что осадки в течение каждой декады выпадают равномерно. Например, если посев был проведен 5 мая и за первую декаду выпало 12 мм осадков, то можно считать, что за вторую половину декады (с 6 по 10 мая) выпало 6 мм.

При средней многолетней сумме осадков за первую декаду августа 20 мм по станции Земетично считаем, что за 3 дня августа выпало 6 мм осадков, всего за период вегетации яровой пшеницы (от посева до восковой спелости) выпало 160 мм. Следовательно, всего по станции Земетично возможное испарение за период с 5 мая по 3 августа составляет $160 : 100 = 260$ мм. Для того чтобы определить влагообеспеченность яровой пшеницы, необходимо сопоставить потребность во влаге этой культуры, которая равна $K \sum D$, с фактическими ресурсами влаги, равными осадки плюс изменение влагозапасов за вегетационный период. По станции Земетично потребность яровой пшеницы в воде составляет 375 мм, а возможный расход влаги на испарение 260 мм. Следовательно, влагообеспеченность яровой пшеницы будет равна $260 - 375 = -115$ мм, т. е. фактическое испарение меньше оптимального на 115 мм. Остаток влаги — недостаток влаги за период вегетации яровой пшеницы равен 115 мм.

Территорию, по которой разность между фактическим и оптимальным испарением не превышает ± 50 мм, можно отнести к зоне с оптимальными условиями увлажнения. Районы с отрицательной разностью больше 50 мм относятся к зоне недостаточного увлажнения, с положительной разностью больше 50 мм — к зоне избыточного увлажнения.

Абсолютные разности между фактическим и оптимальным влагообеспечением в первом приближении могут служить показателями оптимальных норм сельскохозяйственных культур в районе брожения или показателями избытка влаги в районе осушения. Такая оценка условий увлажнения дается в процентах от оптимального. Для этого фактическое испарение (260 мм) выражают в процентах от оптимального (375 мм):

$$\begin{aligned} 375 \text{ мм} - 100\% \\ 260 \text{ мм} - x \\ x = \frac{260 \cdot 100}{375} = 69\% \end{aligned}$$

$$260 \text{ мм} - x$$

Следовательно, по данной станции яровая пшеница в среднем удовлетворена обеспеченностью влагой на 70% оптимального увлажнения. Характеристика условий водоснабжения и влагообеспеченности культуры может быть дана также и на основе запасов годичной влаги, рассчитанных по междоузлиям территории этой культуры. Обычно используются многолетние материалы наблюдений за период не менее 10 лет. Потребные величины сопоставляются с по-

казателями оценки влагообеспеченности культур. Например, по С. А. Верито [83], для озимых зерновых культур в период от выхода в трубку до цветения запасы продуктивной влаги меньше 80 мм в метровом слое сульфатных почв (40-50% наименьшей влагоемкости) бывают недостаточны. Запасы влаги 100-200 мм (60-100% наименьшей влагоемкости) заметно улучшают состояние растений.

В период закладки и формирования зерна при запасах влаги в метровом слое, близких к 25 мм (12-14% наименьшей влагоемкости), абсолютный вес зерна снижается на 30-50%. Этот критерий влагообеспеченности можно использовать для основной части земледельческих районов СССР. В южных районах с незащищенными почвами указанные запасы влаги могут обеспечить нормальный налив зерна за счет более глубокого проникновения корневой системы.

Ухудшение посевов вследствие полегания и сильного развития болезней и вредителей в этот период возможно при запасах больше 125 мм (>70% наименьшей влагоемкости). В период молочной спелости запасы влаги около 80 мм в метровом слое почвы обеспечивают нормальный налив зерна.

Верито установила, что наиболее тесная связь урожая зерновых с запасами влаги наблюдается в период формирования колоса и цветка. Максимальные урожай и совпадают с запасами влаги в метровом слое почвы около 101-125 мм.

Оценку агроклиматических условий в период формирования колоса и цветка можно дать по табл. 30. Известно, например, что в том или ином районе максимальные урожаи в годы с хорошим увлажнением в период формирования колоса и цветка (запасы влаги 101-125 мм) составляют 20 ц/га. Следовательно, в районах с запасами влаги 25 мм и меньше урожай будут 3,6 ц/га (20·0,18). Более подробно с методикой оценки можно ознакомиться в работе [80]. Для яровых культур можно пользоваться методом А. В. Прокурова [80], а для сахарной свеклы методом О. М. Конторшиковой [80, 83].

Таблица 30

Оценка агрометеорологических условий
в период формирования колоса и цветка
(в относительных единицах)

Запасы влаги, мм					
25 и менее	26-50	51-75	76-100	101-125	126-150
0,1*	0,16	0,70	0,86	1,00	0,74
				0,74	0,53

На основе всестороннего анализа условий влагообеспеченности культуры можно сделать вывод о степени обеспеченности культуры влагой, о сортах, которые по степени обеспеченности влагой наиболее пригодными для возделывания на данной территории.

Раздел 3. МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ НАБЛЮДЕНИЙ НАД ВЛАЖНОСТЬЮ ПОЧВЫ

Обработка материалов по влажности почвы сводится к следующему [39, 78, 61 и др.]:

- 1) станции предварительно группируются по местоположению;
- 2) производится технический и критический контроль данных;
- 3) именованы данные пополняются данными за пропущенные сроки наблюдений;
- 4) исключаются данные пополняются данными за пропущенные сроки наблюдений;
- 5) вычисляются средние многолетние величины и приводятся к одному периоду лет;
- 6) строятся графики многолетнего годового хода запасов продуктивной влаги;
- 7) рассчитываются вероятности запасов продуктивной влаги в почве на ту или иную фазу развития культуры;
- 8) рассчитываются данные по влажности почвы для станций, проводящих наблюдения;
- 9) картируются запасы продуктивной влаги в почве.

3.1. Группировка станций по местоположению

Местоположение станций может быть определено по описаниям в паспортах станций или в климатологических справочниках. Для этой цели пользуются также объективными методами.

Д. С. Семенова [85] разработала методику определения местоположения станций по анализу основных характеристик температурного режима (по средним многолетним суммам температур и длительности безморозного периода).

Помимо общей группировки станций по местоположению, уточняется расположение наблюдательных участков на местности в каждом конкретном году по записям в полевых книжках. Эта работа проводится три техническим и критическом контроле материалов наблюдений над влажностью почвы.

3.2. Технический и критический контроль материалов наблюдений над влажностью почвы

Технический и критический контроль производится в соответствии с «Руководством по контролю и обработке наблюдений над влажностью и промерзанием почв» (Л. Гитрометеоиздат, 1955). Фактически эта работа должна быть сделана ранее в соответствии с порядком обработки и контроля материалов сети станций. При критическом контроле большое значение имеет группировка наблюдательных участков по типу и механическому составу почв, а также по местоположению.

Ряд наблюдений за многолетний период будет однородным в том случае, если наблюдения над влажностью производятся

состоит из участков с одинаковыми почвами по генезису, механическому составу и местоположению.

3.3. Пополнение имеющихся материалов данными за пропущенные сроки наблюдений

Многолетние средние показатели влажности почвы для каждой станции выданы на основе материалов отдельных лет, представленных в виде годовых вычетов. Ряды наблюдений, из которых выданы средние, должны быть однородны по всем культурам, т. е. для данной станции они должны иметь один и тот же год и сроки наблюдений. Это обеспечивает возможность сравнения водного режима почв по отдельным годам севооборота и по культурам.

При выведении многолетних средних сроков всего необходимо исполнить пропущенные сроки наблюдений. Расчеты должны производиться для каждого пропущенного срока наблюдений на основе зависимости измерений запасов влаги от условий погоды, представленных в виде графиков. При расчетах данные об осадках, температуре, фазе развития культуры берутся за период от предшествующего до пропущенного срока наблюдений, т. е. за период, для которого производится расчет.

При пополнении наблюдений над влажностью почвы в течение вегетационного периода следует пользоваться разработанными графиками [78], подобранными им соответственно зоне растопожения станций, а также соответственно культуре и фазе вегетационного периода. Но необходимо иметь в виду, что графики предназначены для восстановления данных на участках с выраженным рельефом.

Расчетные графики построены следующим образом: по оси абсцисс отложены запасы продуктивной влаги предшествующей декады, по оси ординат — суммы осадков за декаду, для которой производится расчет. Изотонны соответствуют изменениям запасов влаги за декаду. Рядом с каждым графиком приведена табличка контроля к спитым с графика изменениям запасов влаги на температуру воздуха.

При расчетах изменений запасов влаги на графике следует найти точку пересечения перпендикуляров, восстановленных от абсциссы, соответствующей начальным запасам предшествующей декады, и ординаты, соответствующей количеству осадков, выпавших за декаду, для которой ведется расчет, и определить, какой изотонны изменения запасов пересекает эту точку. Изотонны запаса на графике определены через интервалы 5 мм; промежуточные значения должны определяться глазной мерой интерполяции с точностью до 1 мм. К полученной таким образом величине по табличке, находящейся рядом с графиком, должна быть внесена поправка на температуру.

Алгебраическая сумма величин, считая с графика, и величина, вычисленной из таблички поправок на температуру воздуха, будет

соответствовать изменениям запасов продуктивной влаги за декаду.

Если полученный таким образом величина изменения запасов влаги имеет положительное значение, она прибавляется к запасам предшествующей декады, если отрицательное — вычитается. Подсчеты количества осадков производится за декаду, начало которой совпадает с датой предшествующего определения влажности почвы.

Из соответствия с закономерностями, характерными для расчетных выходов графиков, пополнение недостающих данных о запасах продуктивной влаги в почве возможно по зерновым культурам

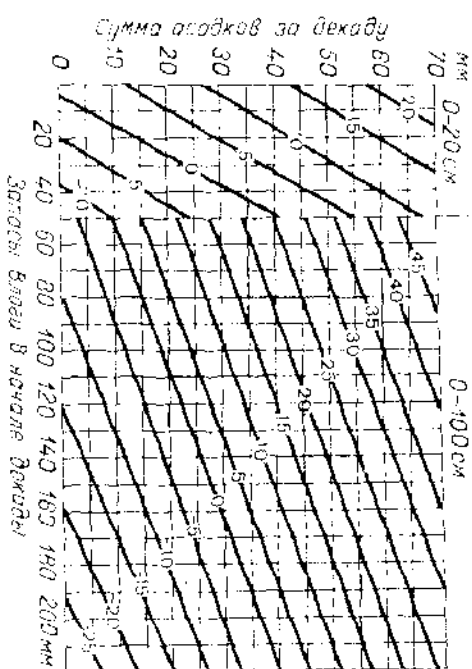


Рис. 34. Изменение запасов продуктивной влаги в зоне зернопахотных почв под яровой пшеницей в период формирования посевов и посевов (по выводу в глубину) в слое почвы 0-20 и 0-100 см (по С. А. Вергее и Л. А. Разумовой [78]).

для слоев почвы 0-20 и 0-100 см, по кривой 0-20 для слоев 0-20, 0-50 и 0-100 см и по прямой — для слоев 0-100 см.

Ниже приводится пример пополнения данных влажности почвы.

На станции А Чкаловской области имеется график в наблюдении под влажностью почвы под яровой пшеницей за третью декаду мая (28 мая). В период с 18 по 28 мая яровая пшеница была в фазе кущения. За этот отрезок времени выпало 4 мм осадков, средняя температура воздуха за третью декаду мая составила 17°. В предшествующую декаду (по табличке на 18 мая) запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-20 см составляли 22 мм, в слое 0-100 см — 116 мм.

Для расчета соответственно местонахождению станции (зона), культуре и фазе ее развития используется график (рис. 34). Для слоя почвы 0-20 см на этом графике находим точку пересечения абсциссы, соответствующей 22 мм запасов влаги к началу декады, и ординаты, соответствующей 4 мм осадков. Она совпадает

с длиной изменения запасов влаги за декаду, равной —5 мм. Следовательно, изменение запасов влаги за третью декаду мая (с 18 по 28 мая) составляет $(-5 \text{ мм}) + (-1 \text{ мм}) = (-6 \text{ мм})$. Таким образом, 28 мая запасы влаги в слое почвы 0-20 см будут равны 22 мм - 6 мм = 16 мм. Таким же способом делается расчет пополнения данных о запасах влаги в третью декаду мая в слое почвы 0-100 см.

Наблюдения над влажностью почвы на весну могут быть пополнены по уравнениям связи суммарного изменения запасов влаги за зимний и ранневесенний период в зависимости от количества осадков этого периода и дефицита влажности почвы осенью (по Т. А. Разумовой):

для зоны с неустойчивой зимой

$$y = 0,21x + 0,62h - 33, \quad (35)$$

для зоны с устойчивой зимой

$$y = 0,115x + 0,56h - 20, \quad (36)$$

где y — изменение запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы за период от определения влажности в момент, близкий к установлению отрицательных средних суточных температур воздуха осенью (исходные запасы), до перехода температур воздуха через 5° весной; x — количество осадков за указанный период; h — дефицит запасов влаги в метровом слое почвы осенью (разность между наименьшей влагоемкостью и осенними запасами влаги в почве). По уравнениям связи построены графики, облегчающие расчет данных [78].

Расчеты могут быть сделаны также и по уравнению А. В. Прокурова:

$$y = 69,67 - 0,615x,$$

$$r = 0,82 \pm 0,04,$$

$$\sigma_x = 18,63, \quad \sigma_y = 14,26; \quad (37)$$

здесь y — величина аккумулятивных почной осадков (в процентах от их общего количества), выпавших за период от последнего определения запасов влаги осенью до перехода температуры воздуха через 5° весной; x — насыщенность почвы влагой (в процентах от наименьшей полевой влагоемкости) в момент последнего определения запасов влаги осенью, близкий к переходу средней суточной температуры воздуха через 0°; σ_x и σ_y — ошибки уравнения; r — коэффициент корреляции. Эта зависимость изображена на рис. 35.

Уравнение связи для зон имеет вид:

$$y = 87,67 - 0,79x,$$

$$r = 0,946 \pm 0,018,$$

$$\sigma_x = 28,12, \quad \sigma_y = 24,54 \quad (38)$$

(обозначения те же, что и в предыдущем уравнении).

[Полученные Прокуровым зависимости можно использовать для расчетов ожидаемых запасов влаги во всех районах, где имеется устойчивое промерзание почвы зимой. Для районов с неустойчивым зимним промерзанием эти зависимости неприменимы.

Расчеты ожидаемых запасов влаги по методу Прокурова производятся следующим образом. На станции Бузулук запасы влаги

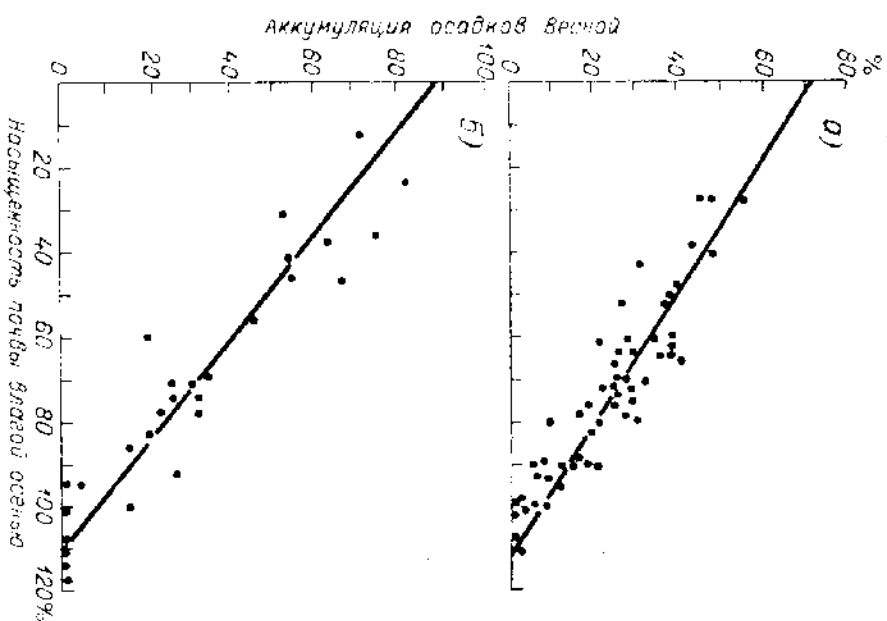


Рис. 35. Связь между влажностью почвы весной осенью (в процентах от наименьшей полевой влагоемкости) и количеством аккумулятивных почной осадков весной (в процентах от их общего количества, выпавшего за период промерзания — оттаивания почвы).

а — для разных агрофонов, б — для зон (по А. В. Прокурову [82]).

в последнее определение осенью под озимыми были 100 мм, под зябью — 50 мм. Наименьшая полевая влагоемкость почвы составила 180 мм. В первую очередь рассчитывают осеннюю влагоемкость почвы. В данном случае она составит под озимыми 56%, а под зябью 28% наименьшей полевой влагоемкости. Далее по графику (рис. 35) определяют количество аккумулятивных

почвой осадков подознанным весной в процентях от общего их количества за холодный период. В данном случае это будет 37%. Общее количество осадков от последнего определения влажности почвы осенью до перехода средней суточной температуры воздуха через 5° равно 118 мм. Следовательно, 37% этого количества составляет 43,6 мм (округленно 44 мм). Таким образом, почва под озимыми аккумулярует весной 44 мм осадков, а запасы влаги к началу весны под озимками будут равны 144 мм (100+44).

Под яблонь при пасыщенности почвы осенью до 28% наименьшей годовой влагоемкости аккумуляция осадков будет больше, чем под озимками, и составит примерно 67% (расчет для звы по графикам на рис. 3б), т. е. 79 мм. Запасы влаги к началу весны в метровом слое почвы будут составлять 129 мм (50+79).

Следует отметить, что в степных районах с сильной ветровой деятельностью в зимний период при расчете запасов влаги лучше пользоваться данными не об осадках, а о запасах воды в снеге.

В зоне высокого стояния грунтовых вод запасы влаги в почве в весенний период не всегда превышают наименьшую влагоемкость почвы. Здесь они почти нацело определяются глубиной стояния грунтовых вод и верховодок. При потоплении рядов наблюдений над влажностью почвы в этой зоне запасы влаги весной в годы с промежуточными наблюдением в первом приближении могут быть приняты равными средним запасам влаги к началу вегетационного периода, вычисленным по фактическим данным.

Указанным выше способом рассчитываются пропущенные данные за отдельные сроки наблюдений и вписываются в свою таблицу «Многолетние данные запасов продуктивной влаги (мм) в слое почвы... см».

3.4. Пополнение имеющихся рядов данными за пропущенные годы наблюдений

При систематизации многолетних наблюдений может оказаться, что на станции по некоторым культурам отсутствуют данные по влажности почвы за отдельные годы. В таких случаях ряды наблюдений, относящиеся к разным культурам, необходимо привести к одному периоду, т. е. расчетным путем получить данные для пропущенных лет. ПерIOD, к которому приводятся данные, определяется длительностью наблюдений над культурой, имеющей самый длительный ряд. При этом в отношении влажности почвы следует учитывать, что система агротехнических приемов возделывания культуры в значительной степени сказывается на водном режиме почвы, поэтому для данной культуры охотродными могут считаться наблюдения на полях с одной и той же агротехникой в течение ряда лет.

Так, при вычислении многолетних средних для озимых культур в зоне высокого стояния грунтовых вод орожденными можно считать лишь наблюдения на озимых, посеянных по числелю парам (первым и вторым), и не в коем случае нельзя объединить ряды

наблюдений, относящихся к посевам по чистым парам (первым и вторым), с наблюдениями по поздним и запозданным парам и по беспарью.

Для посевов яровых культур орожденными рядами будут наблюдения на посевах по звыи, весеннепалке и пару.

В зоне высокого стояния грунтовых вод и верховодок орожденными по устойчивым увлажнению следует считать наблюдения, проведенные на участках с аномальным по отношению к другим наблюдательным участкам водным режимом, т. е. на петицичных наблюдательных участках отмеченных при кратическом контроле. Наиболее часто аномальность водного режима почв отдельных участков в этой зоне обуславливается режимом различном наблюдательных участков по глубине залегания грунтовых вод и верховодок и по почвенному толщину.

Наблюдения с аномальным водным режимом на петицичных участках как вследствие неогороженности агротехники, так вследствие и самих особенностей этих участков не могут быть включены в подсчеты многолетних средних. Их следует рассматривать как годы с отсутствием наблюдений над влажностью почвы под данной культурой. Они подлежат потоплению расчетными величинами.

Можно рекомендовать два пути потопления наблюдений за пропущенные годы [78].

1. Потопление пропущенных величин дата за датой на основе метеорологических данных и зависимости измещения запасов продуктивной влаги почвы от условий погоды подобно тому, как это делается для потопления отдельных пропущенных сроков. При применении этого метода для потопления данных по влажности почвы в качестве исходных запасов следует принять запасы влаги в момент последнего определения влажности почвы на данном наблюдательном участке и в зависимости от метеорологических условий (зон), культуры и фазы ее развития пользоваться соответствующими расчетными графиками, придавая каждый раз расценки для предыдущего срока наблюдений запасы влаги за начальный для потопления. Возможно также использование в метода А. В. Прокурова.

2. Пополнение пропущенных величин методом разниц. Этот метод применяется для расчета запасов влаги в том случае, когда отсутствуют наблюдения только по некоторым объектам (культурам).

Сущность его заключается в том, что за годы параллельных наблюдений влажности средним разниц запасов влаги для каждого срока под культурой, для которой потопляются данные, и культурой, имеющей полный ряд наблюдений. Разницы вычисляются на каждый срок наблюдений, затем алгебраически суммируются с запасами влаги, наблюдавшимися в этом году под культурой, имеющей полный ряд наблюдений. Потопленными таким образом расчетными данными воспользуется весь пропущенный год наблюдений.

Ниже приводится пример пополнения данными по влажности почвы за отдельные годы.

На станции 4 Саратовской области наблюдения над влажностью почвы под яровой пшеницей производились с 1936 по 1954 г. За 1938 г. наблюдения отсутствуют. Средние многолетние запасы влаги в метровом слое почвы под яровой пшеницей за этот период (т. е. за годы с 1936 по 1937 и с 1939 по 1954, всего за 18 лет) равны: в первой декаде мая 103 мм, во второй декаде мая 96 мм, в третьей декаде мая 85 мм и т. д.

На этой же станции Саратовской области период наблюдений над влажностью почвы под озимой пшеницей тот же (с 1936 по 1954 г.), причем имеются наблюдения и за 1938 г. Запасы влаги в метровом слое почвы под озимой пшеницей в этом году в первой декаде мая были 58 мм, во второй декаде мая 80 мм, в третьей декаде 69 мм и т. д.

Средние многолетние запасы за те же годы наблюдений, которые имеются и под яровыми (т. е. с 1936 по 1937 и с 1939 по 1954, всего за 18 лет), под озимыми в первую декаду мая равны 104 мм, во вторую декаду мая 98 мм, за третью декаду мая 86 мм и т. д.

Требуется по данным под озимыми пополнить данные влажности метрового слоя почвы под яровой пшеницей за 1938 г.

Сначала находим многолетние средние разности запасов под яровыми и озимыми за один и тот же период наблюдений (за период 1936-1937 и 1939-1954 гг., т. е. за 18 лет). Они равны: в первой декаде мая 103 мм - 104 мм = -1 мм, во второй декаде мая 96 мм - 98 мм = -2 мм, в третьей декаде мая 85 мм - 86 мм = -1 мм и т. д. Затем, прибавляя алгебраически эти разности к имеющимся данным влажности почвы за 1938 г. под озимыми, вычисляем запасы влаги в 1938 г. под яровыми. Они равны: в первую декаду мая 58 мм + (-1) = 57 мм, во вторую декаду мая

Таблица 31
Образец пополнения данных запасов продуктивной влаги под яровой пшеницей на станции 4 Саратовской области

Погода и время	Май и т. д.		
	1	2	3
Средние запасы влаги (мм) в метровом слое почвы под яровой пшеницей за период 1936-1937, 1939-1954 гг. (за 18 лет)	103	96	85
То же под озимыми	104	98	86
Разности запасов влаги (мм)	1	-2	-1
Фактические запасы влаги (мм) в метровом слое почвы под озимыми в 1938 г.	58	80	69
Расчетные запасы влаги (мм) в метровом слое почвы под яровой пшеницей в 1938 г.	57	78	68

80 мм + (-1) = 79 мм, в третью декаду мая 69 мм + (-1 мм) = 68 мм и т. д. Рассчитанным таким образом данными пополняется весь пропущенный год.

Расчеты удобно делать по форме, показанной в табл. 31.

Полное описание рядов следует начинать с объекта, по которому имеется наиболее длинный и полный ряд наблюдений над влажностью почвы. На преобладающей части территории такими объектами являются обычно озимые поля. Пополнение рядов по другим объектам целесообразно производить в том случае, когда эти последние годы составят не более 20% принятого для обработки по этой станции периода наблюдений.

3.5. Выведение средних многолетних величин и приведение их к одному периоду

При систематизации и обработке многолетних рядов наблюдений составляется следующая таблица «Многолетние данные запасов продуктивной влаги (мм) в слое почвы... см». Эта таблица составляется из года в год и в пределах года от срока к сроку. Если за какую-либо дату или год наблюдений данные отсутствуют, они заполняются расчетными величинами и помечаются особым знаком.

Таблица «Многолетние данные запасов продуктивной влаги (мм) в слое почвы... см» составляется отдельно для каждой культуры по слоям 0-10, 0-20, 0-30, 0-100 и 0-150 см. После того как таблицы многолетних данных будут заполнены, т. е. в них за все годы и за все сроки наблюдений вписаны фактические данные и во все пропуски вписаны расчетные данные, следует приступить к подсчету многолетних средних величин.

Для того чтобы обеспечить приемлемую для практического использования точность многолетних средних величин (по запасам продуктивной влаги в метровом слое почвы с вероятной ошибкой порядка 10 мм), для основной земледельческой части СССР необходимо иметь ряды наблюдений не менее 7 лет [78]. В обработку включаются данные по влажности почвы за весь период наблюдений.

При выведении средних многолетних величин приходится сравнивать их вычислением из фактических и пополненных данных. При этом многолетние средние данные запасов влаги в почве могут считаться сопоставимыми в тех случаях, когда ряды наблюдений не меньше 7-10 лет, поскольку средние квадратические ошибки таких рядов приемлемы для практических целей (для запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы порядка +10 мм).

3.6. Построение графиков многолетнего годового хода запасов продуктивной влаги

Графики строятся на кальке в едином масштабе: на оси X откладываются запасы влаги в миллиметрах, а на оси Y — декады. Накладывая график на другой, станции группируют по типам водного режима почвы.

3.7. Расчеты вероятности запасов продуктивной влаги в почве на ту или иную фазу развития культуры

Вероятность запасов продуктивной влаги рассчитывается для каждой культуры отдельно на дату наступления основных фаз развития. Для озимых, например, вероятность рассчитывается на дату сева, возобновление вегетации, колошения и высокой естественности.

Данные о вероятности запасов влаги для тех или иных естественных станций с номограммой, которая строится для каждой культуры отдельно. Материалом для расчета служат данные годовых выводов о запасах влаги в почве, обработанные в соответствии с методическими указаниями по систематизации и первичной обработке данных о влажности почвы [78]. Для построения номограммы используются данные станции с первым наблюдением под влажностью почвы не менее 15 лет.

Первоначально по выбранным станциям с разницей средних многолетних величинами запасов влаги строятся интегральные кривые распределения запасов влаги в отдельные годы.

Интегральные кривые строятся по общей формуле. В рабочую таблицу (табл. 32) записываются запасы продуктивной влаги за каждый год в убывающем порядке. Рассчитываются средние многолетние запасы влаги, а также процентная обеспеченность по формуле

$$P_n = \frac{m}{n+1} \cdot 100\% \quad (39)$$

где P_n — процентная обеспеченность, m — порядковый номер числа ряда, n — число наблюдений в ряду.

Таблица 32

Запасы продуктивной влаги (мм) различной обеспеченности и пахотном слое почвы к началу сева озимых. Ст. Безычул

Год	Запасы продуктивной влаги, мм	Запасы, обеспечивающие 1% вероятности	Запасы, обеспечивающие 5% вероятности
1916-20	31	1031,35	53,6
1945-46	28	1593-25	57,1
1943-44	24	1686-37	50,7
1918-19	22	1680-40	61,3
1921-22	22	1719	67,5
1926-27	22	1842-13	71,4
1935-36	22	1921-22	75,0
1923-23	20	1928-25	88,6
1911-12	19	1930-21	82,1
1914-15	18	1937-38	85,7
1927-28	18	1940-41	89,3
1941-45	17	1929-30	92,8
1923-24	16	1938-39	96,1
1946-47	15	Среднее	90,4
		Многолетнее	15

Данные таблицы переносятся на график: по оси абсцисс откладываются значения процентной обеспеченности, а по оси ординат — возможные запасы влаги в почве. По точкам на графике проводятся плавная кривая, соединяющая запасы влаги различной обеспеченности.

Рабочие графики обеспеченности можно строить по группе станций, как показано на рис. 36.

По кривым обеспеченности составляется таблица, используемая для построения номограммы возможных запасов влаги в отдельные годы в зависимости от средних многолетних величин (табл. 33).

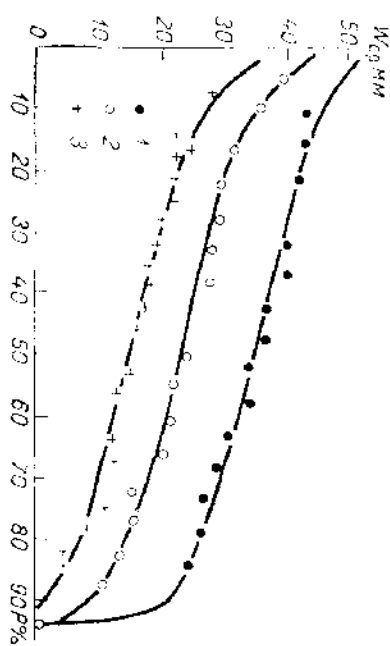


Рис. 36. Кривые обеспеченности P (%) запасов продуктивной влаги W (мм) по годам для различных станций.

Средние многолетние многолетние W (мм): 1 — Савинская, 2 — Чистая, 220; 3 — Грозный, 10,5 (по Л. С. Косаревской [82]).

Таблица 33

Запасы влаги (мм) различной обеспеченности в пахотном слое почвы к началу сева озимых

Станция	Год	Обеспеченность, %									
		1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Савинская	33	41	45	12	10	35	33	32	30	29	21
Чистая	30	43	42	39	35	32	30	27	25	23	16
Грозный	27	45	42	37	33	30	27	25	21	17	13
Чистая	23	40	38	30	27	25	23	21	18	14	11
Савинская	21	39	38	28	25	23	21	18	16	13	10
Чистая	17	33	31	27	23	20	17	14	11	9	7
Грозный	15	31	27	23	20	17	15	12	10	7	2
Красное	13	36	30	25	20	17	15	13	9	4	0
Чистая	23	40	37	33	29	26	23	19	16	12	9
Чистая	32	46	41	11	37	31	29	25	23	21	21

1 На рис. 36 показаны только эти станции, но при построении номограммы учитываются все.

Принцип построения номограммы следующий. На оси ординат указываются средние запасы влаги, а на оси абсцисс — возможные в отдельные годы. Соответственно средним многолетним данным у каждой станции в ноте координат графика записываются значения обеспеченностей (5, 10, 20, 30% и т. д.). При этом каждое значение обеспеченности имеет свой условный знак (не тождественный знакам интегральной кривой). На пересечении средней многолетней величины с возможными запасами влаги различной обеспеченности ставятся условные значки, по которым проводятся линии, соединяющие одинаковые значения обеспеченностей.

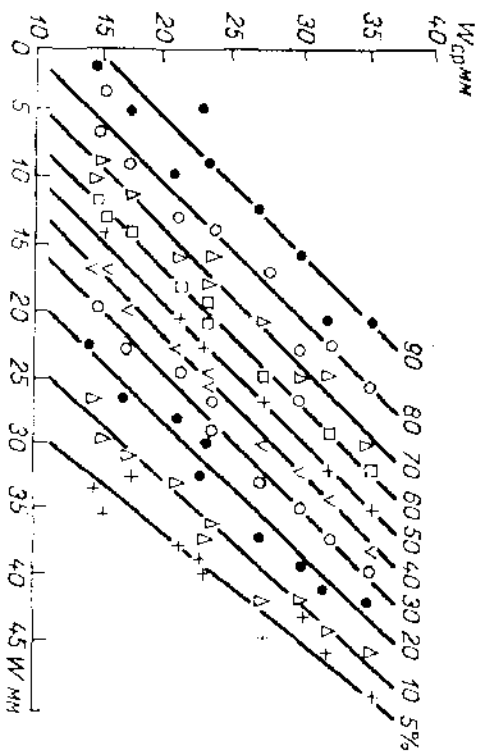


Рис. 37. Номограмма вероятности возможных запасов продуктивной влаги W в зависимости от средних многолетних значений $W_{ср}$ для озимых культур (по Л. С. Кондратьевой [34]).

Номограмма строится отдельно по группам станций с различным типом годового хода запасов влаги, выведенного по графикам хода влагозапасов. С номограммы снимается вероятность возможных запасов влаги. Например, вероятность запасов влаги больше 10 мм при средних многолетних значениях 24 мм составляет 90% (рис. 37).

3.8. Пополнение сети станций данными по влажности почвы

Наблюдения под влажностью почвы проводятся на небольшом числе станций, поэтому при обработке материала сеть наблюдений целесообразно пополнить.

Для расчета осевших влагозапасов на сети станций могут быть рекомендованы вышеизложенные методы А. В. Прохорова, С. А. Верного и Л. А. Разумовой. Может быть рекомендован также метод А. С. Конторщикова [43, 44]. Он применим для пополнения наблюдений средними многолетними данными запасов продуктивной влаги на конец осени (ча полях, занятых озимыми культурами

в зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения. Средние многолетние величины продуктивной влаги в метровом слое почвы осенью рассчитываются по графикам (рис. 38) с использованием карты испаряемости Л. П. Серяковой [41] или по испаряемости для конкретного пункта, полученной по формулам Н. Н. Иванова или М. И. Будыко. Расчет испаряемости последними методами для конкретного пункта, на наш взгляд, будет давать более точные значения, чем при снятии этих значений с карты Серяковой.

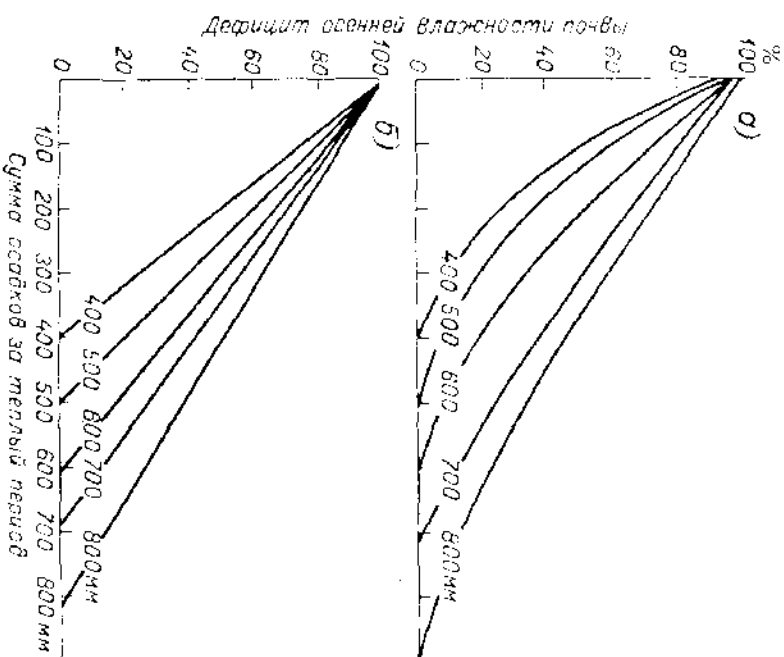


Рис. 38. Графики для расчета осенних запасов продуктивной влаги в метровом слое сульфидных и песчаных (а) и песчаных (б) почв (по А. С. Конторщковой [43]).

Для вычисления запасов влаги на метеорологической станции подсчитывается сумма осадков за теплый период года и определяется величина наименьшей полевой влагоёмкости для данной станции. Последняя может быть выписана из справочников по агрометеорологическим свойствам почвы, но могут быть использованы и осредненные данные, если наименьшую полевую влагоёмкость в метровом слое для сульфидов принять равной 170—190 мм, для супесей — 150—170 мм, для песков — 80—120 мм. Техника расчетов не сложна. Ниже приведен пример расчета, который взят из работы А. С. Конторщикова [43].

Необходимо рассчитать средние многодневные осенние запасы продуктивной влаги в метровом слое перед уходом в зиму (на момент перехода средней суточной температуры через 5°) для Куйбышева.

Несколько данных для расчета.

1. Сумма осадков за теплый период от даты перехода средней суточной температуры воздуха через 5° весной до перехода температуры воздуха через 5° осенью по климатическим данным составляет 245 мм.

2. Наименьшая почвенная влагосмкость продуктивной влаги в метровом слое почвы составляет 190 мм.

По карте (приложение) находим, что через Куйбышев проходят изолинии испаряемости 515 мм. По этому значению и сумме осадков 245 мм на рис. 38 для суточных и суммарных почв находим величину осеннего дефицита влажности почвы $d = -37\%$, т. е. в почве будет содержаться влаги 63% наименьшей постоянной влагосмкости, равной 190 мм. Следовательно, влажность почвы будет равна примерно $120 \text{ мм} \left(190 \cdot 63 \div 100 \approx 120 \text{ мм} \right)$.

Нами рекомендуется также метод расчета осенних влагозапасов по графикам связи осенней влажности почвы с показателем увлажнения за предшествующий период, т. е. с июня по дату перехода температуры воздуха через 5° осенью. Преимущество этого метода заключается в наличии достаточного исходного материала и в простоте обработки данных. Работа по установлению связи может быть выполнена для конкретной территории. Однако при построении связи необходимо учесть, что увлажнительные ресурсы могут быть получены как по средним многолетним, так и по годичным данным только при строгом учете типа и механического состава почвы, метеорологических позв и глубины застояние грунтовых вод.

За показатель увлажнения может быть принят гидрометрический коэффициент (Степанова (ГТК) или показатель, выраженный отношением суммы осадков к сумме дефицитов (мб) за указанный выше период.

Для терново-подзолистых почв черноземной зоны в ЦСМ построены графики связи осенних влагозапасов почв озимыми культурами на дату перехода температуры воздуха через 5° с ГТК за период с июня до даты перехода температуры через 5° (рис. 39). Были использованы средние многолетние данные наблюдений над влажностью почвы, осадками и суммой температур. Для этих же почв черноземной зоны были построены графики связи осенних влагозапасов с показателем увлажнения, который получен делением суммы осадков на сумму дефицитов (рис. 40).

Весенние влагозапасы могут быть восстановлены при наличии данных по максимальной почвенной влагосмкости методом С. А. Верного и Л. А. Разумовой [78].

Для получения данных весенних влагозапасов по ГТК в ЦСМ разработаны уравнения связи запасов продуктивной влаги в мет-

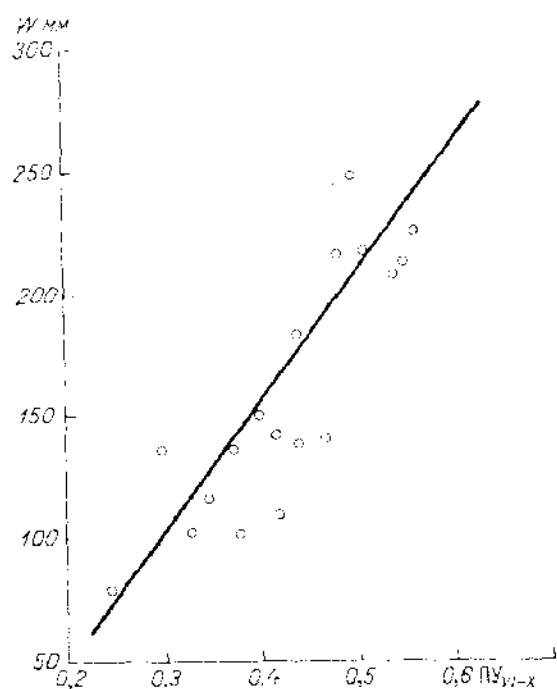


Рис. 40. Зависимость осенних влагозапасов в метровом слое почвы от показателя увлажнения $ПУ_{VI-X}$ для черноземной зоны. Дерново-подзолистые почвы. $r = 0.88-0.93$; $b = 541.8x - 62.14$; $S_{y-x} = 120.56$.

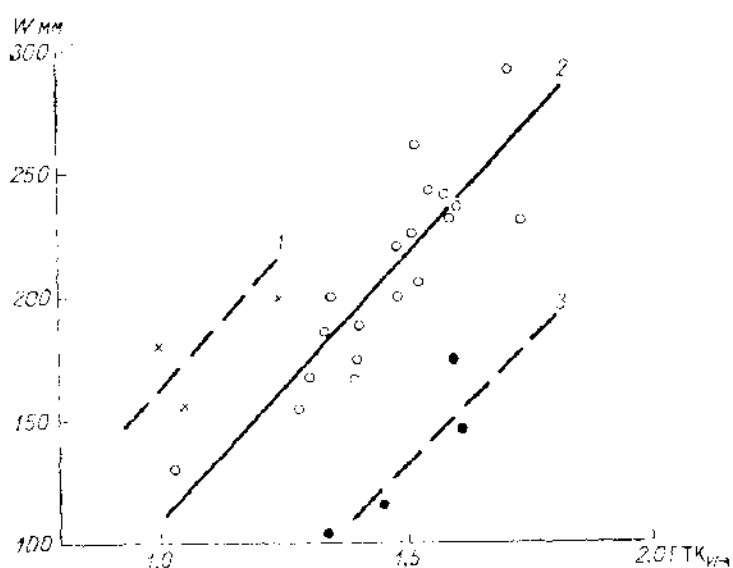


Рис. 39. Зависимость осенних запасов продуктивной влаги в метровом слое почв озимыми от ГТК $VI-X$ для черноземной зоны. Дерново-подзолистые почвы. $r = 0.88-0.93$; $b = 211.3x - 16.44$; $S_{y-x} = 18.73$. 1 - гидрометрический показатель, 2 - коэффициент, b - величина.

ровом слое почвы на дату перехода температуры воздуха через 10° весной с максимальными запасами воды в снегу. Впервые попытка получить такие связи была сделана В. А. Сенинским [86] для

Рис. 41.номограмма для расчета коэффициента поглощения почвой осадков K в зависимости от осенней, латентной, метровой влаги W и количества осадков r для лесостепи Украины. Значения K для сахарной свеклы и экзотических культур (по Л. С. Кельменской [57]).

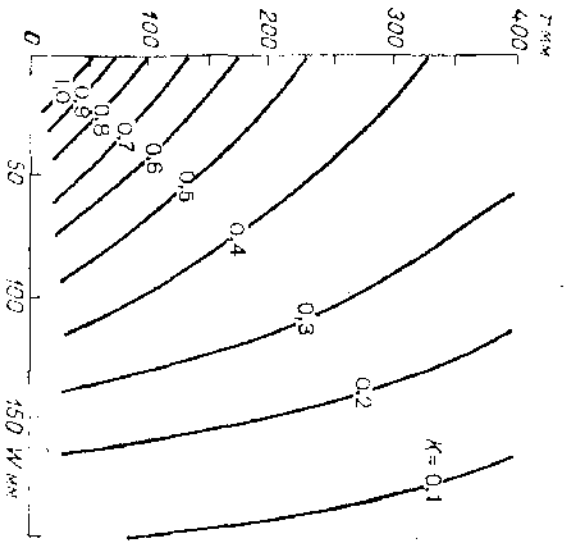
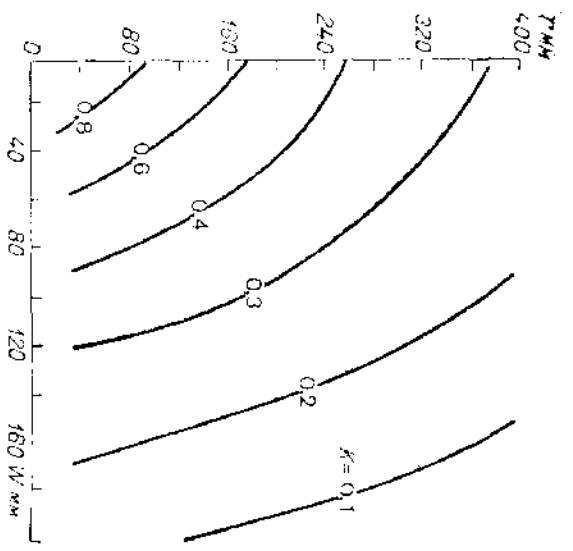


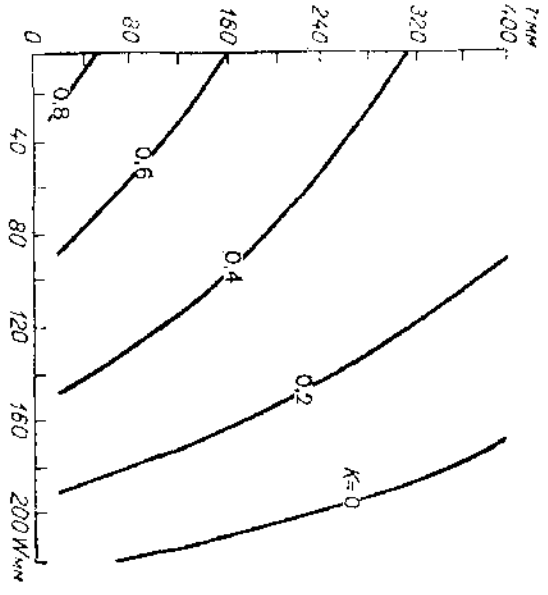
Рис. 42.номограмма для расчета коэффициента поглощения почвой осадков K в зависимости от осенней, латентной, метровой влаги W и количества осадков r . Значения K для технических культур, картофеля (по Л. С. Кельменской [57]).

Скверн. Для расчета уравниваний были использованы многолетние материалы наблюдений над влажностью почвы по 311 станциям ЕТС за период от 7 до 20 лет. По этим же станциям взяты из справочников по климату СССР многолетние данные о максимальных запасах воды в снегу. При установлении указанной зависимости учитывались следующие факторы: характер зимы, тип и ме-

ханизмский состав почв, волиный режим почв и физико-географические особенности местоположения станции.

По почвенному покрову все станции группировались в соответствии с механическим составом и почвенной разностью. По характеру зимы (классификация Д. И. Павлюк) станции относились к тому или иному типу зимы: мягкая, умеренно мягкая и умеренно холодная. Для группировки станций по волюному режиму и волюному ходу влаги использованы классификации С. А. Воейко, Л. А. Разумовой [18] и Г. И. Высоцкого [21].

Рис. 43.номограмма для расчета коэффициента поглощения почвой осадков K в зависимости от осенней, латентной, метровой влаги W и количества осадков r . Значения K для ранних и поздних культур: яровая пшеница, ячмень, овес (по Л. С. Кельменской [57]).



Местоположение и почвенный покров станций, располагающих данными о запасах воды в снегу, проверяются по картам (гипсометрическая и почвенная в масштабе 1:2500000). Затем соответственно по уравниванию и запасам воды в снегу рассчитываются весенние запасы воды в метровом слое почвы.

Весенние влагозапасы могут быть рассчитаны по коэффициенту поглощения осенне-зимних осадков, полученному по номограммам (рис. 41, 42, 43) для сушливых почв в условиях выровненного рельефа.

Расчеты весенних влагозапасов производятся по номограммам следующего образом. По коэффициенту поглощения осенне-зимних осадков определяется прибавка влаги в почву на весну. Например, осенние влагозапасы в слое 0—100 мм год заложили для технических культур составляют 100 мм, сумма осадков за период от осеннего определения влажности почвы до перехода температуры воздуха через 5° весной — 200 мм. По рис. 41 на пересечении осей абсцисс и ординат находят коэффициент поглощения осадков, равный 0,35. Следовательно, сумма осенне-зимних осадков, поглощенных почвой весной, составит 70 мм ($0,35 \cdot 200 \text{ мм} = 70 \text{ мм}$).

Запасы влаги в почве в слое 0–100 см будут равны 170 мм ($100 \text{ мм} \cdot 70 \text{ мм} = 170 \text{ мм}$).

При пополнении сети станций данные по влажности почвы рекогносцирует пользоваться какими-либо одним методом, наиболее приемлемым для конкретных условий территории, предварительно апробировав его данные небольшого числа станций.

3.9. Картирование запасов продуктивной влаги в почве

Картирование влагозапасов в почве по территории проводится после нанесения значимой влажности почвы (фактических и расчетных) на почвенную карту и анализа влияния рельефа и других факторов на их величину.

Предварительно перед картированием станции с данными о влагозапасах должны быть структурированы по типам почв. Это позволяет установить возможные колебания влажности почвы внутри почвенных разностей, а при больших различиях во влажности – выявить причины этих колебаний. Интервалы влагозапасов в метровом слое почвы в отсортированных почвенных условиях определяется точностью закономерности их распределения. Нами предварительно установлено, что в масштабе 1:2500000 изменение запасов почвенной влаги для одной и той же почвенной разности с оптимальным механическим составом в отсортированных условиях рельефа и при одинаковой агротехнике составляет 25 мм.

Выделение районов различного увлажнения производится по-разному по типу и механическому составу почв в соответствии с данными по влажности почвы. Выбрав один из типов почвенных разностей при больших изменениях влагозапасов в связи с влиянием рельефа и других факторов районы различного увлажнения выделяются по данным влажности почвы с учетом вывет (до изотермизма).

Пример. Картирование запасов влаги в метровом слое почвы по зной на дату перехода температуры воздуха через 10° весной (для центрально-черноземных областей). В процессе подготовки материала для картирования влагозапасов по территории центрально-черноземных областей рассматривались следующие факторы: климат, рельеф, составляющие дольного бассейна, почвенный покров и его механический состав. Ветудная роль в создании того или иного типа знойного режима почв принадлежит аксоферным осадкам и испаряемости. Отношение сухих осадков к испаряемости с достаточной степенью может характеризовать условия, способствующие формированию того или иного знойного режима почв.

Г. Н. Высоцкий [21] установил следующие типы знойного режима почв в зависимости от коэффициента увлажнения (KV): проливной ($KV > 1$), периодически проливной ($KV \approx 1$), негрозливой ($KV = 1$) и вынотной ($KV < 1$ при близком задевании грунтовых вод).

На территории центральных областей климат различается в направлении с северо-запада на юго-восток. Главным климатическим

фактором достаточно хорошо определяется коэффициентом увлажнения KV . Значения коэффициента на северо-западе более 1,33, в центральной части 1,33–1,0 и на крайнем юго-востоке менее 1,0 (рис. 44).

По тому же мере вероятности возможных коэффициентов увлажнения KV в зависимости от средних многолетних величин запасов влаги в почве (рис. 45) уточнены типы знойного режима почв.

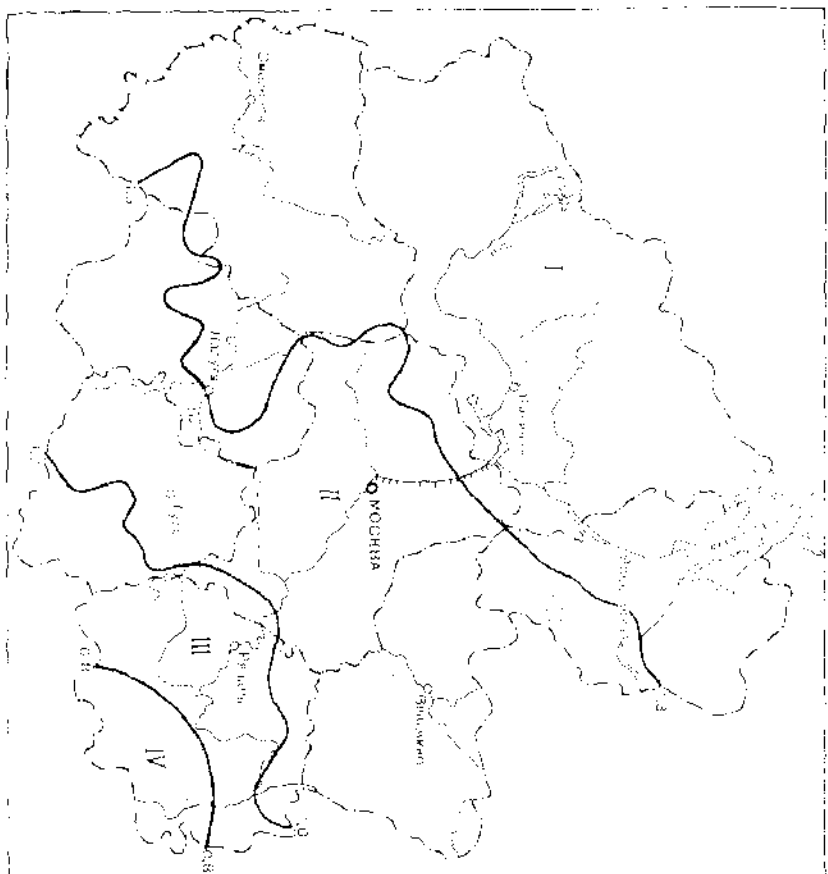


Рис. 44 Схема районов с различным режимом увлажнения почв зной по коэффициенту увлажнения KV для черноземной зоны. [39].
I – негрозливый; II – периодически проливной; III – периодически проливной; IV – проливной. Средние годовые осадки: I – 50–100 мм; II – 100–150 мм; III – 150–200 мм; IV – 200–250 мм.

В районах со средними значениями коэффициента увлажнения 1,33 и 85% лет возможны показатели более строгие. Следовательно, для данных районов характерен проливной тип знойного режима почв.

В районах с $KV = 1,33 \pm 1,0$ на севере преобладует в основном проливной тип знойного режима почв, в центральной части также в большинстве лет (60%) преобладает проливной тип знойного режима, на юге тип почв периодически проливной, так как в 50% лет коэффициент увлажнения равен 1,0, а в 50% лет он меньше 1,0.

На крайнем юго-востоке со средним многолетним коэффициентом увлажнения, равным 0,8 в 80% лет, возможен его значения и пределах около 0,6. Эти значения соответствуют лесостепной черепоземной зоне с непромыливым типом водного режима почв.

Расматриваемая территория расположена в центральной части обширной Русской равнины. Поверхность ее слабоволнистая, перерезанная многочисленными оврагами, долинами рек и третьими холмов, служащих водоразделами. Значительное многообразие форм рельефа оказывает большое влияние на почвообразовательный процесс и водный режим почв. По природным условиям территории относится к двум зонам: лесной, западающей большую

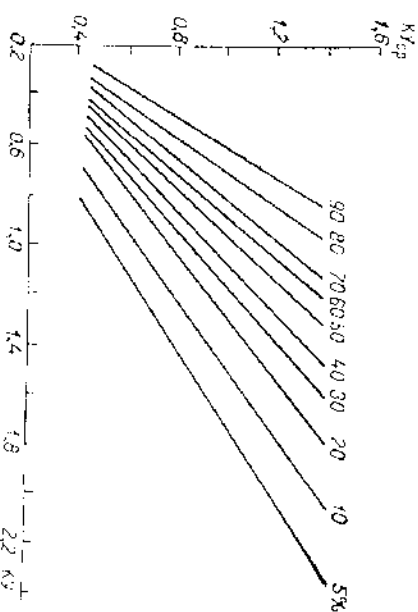


Рис. 15. Схема зависимости вероятности возможных коэффициентов увлажнения (Кв) в зависимости от средних многолетних значений Квср (по Л. П. Мавроди [62]).

ее часть, и лесостепной — к югу от реки Оки, которая служит границей между ними.

Из составяющих водного баланса наибольшее влияние на водный режим почв центрально-восточной зоны оказывают осадки. Атмосферные осадки территории определяются типами образам циклонической деятельности, которая больше всего проявляется в северо-западной части и ослабевает в юго-восточном направлении. Соответственно изменяется по территории и количество осадков. Однако плавность изменения осадков нарушается влиянием подстилающей поверхности. Под влиянием возвышенностей (Валдайской, Среднерусской и др.) происходит перераспределение осадков — увеличение их на наветренных возвышенных участках и уменьшение на подветренных.

Западная и северные части территории (Смоленская, Калининская и Ярославская области) относятся, по отклонению климатических факторов, к зоне избыточного увлажнения: западная часть в результате значительного влияния Атлантики, а северная — за счет местного испарения. Юго-восточная часть (от Рязанской области) — это зона с неустойчивыми или переменным увлажнением. Остальная

часть территории (центральная и южная) относится к зоне достаточного увлажнения.

Количество осадков убывает в направлении с северо-запада на запада на восток и юго-восток от 750 до 450 мм в год. Наибольшее количество осадков (700—750 мм) имеет место на западных склонах Валдая (юго-запад Калининской области). На большей части Валдайской возвышенности, на западных склонах Смоленско-Московской гряды, на Среднерусской возвышенности и на возвышенных местах Клинско-Дмитровской гряды выпадает 600—700 мм осадков.

Наблюдающаяся плотность в распределении осадков по территории связана с неровностями рельефа, в частности с наличием плоских возвышенностей (Валдайской, Среднерусской, Смоленско-Московской), у которых высота в сотни раз больше оснований. На наветренной стороне возвышенностей выпадает наибольшее количество осадков, на подветренной — наименьшее. На склонах указанных возвышенностей, в местах, наиболее открытых для влажных западных и юго-западных ветров, увеличение осадков в зависимости от высоты составляет приблизительно 60 мм в год на 100 м высоты. На западных наветренных склонах осадки увеличиваются в среднем примерно на 14% по сравнению с равниной, а на восточных предвосточных уменьшаются на 23% по сравнению с максимальным количеством осадков на возвышенности.

Большое значение в формировании зимних запасов влаги имеют зимние осадки, вернее снежный покров. Максимальной высотой он достигает на рассматриваемой территории в первой — второй декадах марта. Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова за зиму на защищенных от ветра местах составляет на крайнем северо-востоке 60—65 см, на большей части территории — 45—50 см и только на крайнем юго-востоке — около 40 см.

Распределение запаса воды в снежном покрове по территории, как и распределение его высоты, отличается большой пестротой, но общая закономерность уменьшения с севера на юг выражена достаточно четко. На большей части территории максимальный запас воды в снежном покрове составляет 80—100 мм и лишь на восточном побережье Рыбинского водохранилища достигает 124 мм.

При рассмотрении почвенных особенностей территории (по почвенной карте масштаба 1:2500 000, изданной в 1947 г. Главным управлением геодезии и картографии) обнаруживаются изменения почв соответствующим изменениям климатических условий, рельефа и материнской породы.

В западной части (юго-запад Калининской области и северо-запад Смоленской), где под влиянием западных склонов возвышенностей имеет место наибольшее количество осадков, распространены торфяно-глеевые, торфяно-подзолисто-глеевые и дерново-слабоподзолистые почвы. Эти же почвы имеются и на севере территории. Особенно заболоченная местность отмечается в центральной

Характеристика водного режима почв центрально-ищерпоземных областей

Тип водного режима	Тип годового хода капиллярной влаги: А. Береза и Л. А. Рязань-молочная	Природно-климатическая зона	Область	Станицы	Тип и механический состав почв
	Тип обводнения. Высокое стояние грунтовых вод. Верхняя граница капиллярной каймы отрывается от поверхности на 2-3 месяца и даже на сушевых почвах не уходит глубже 50 см. Весной запасы продуктивной влаги 225-250 мм и больше в метровом слое почвы. Минимум запасов влаги наблюдается в конце июля начале августа и не опускается ниже 100 мм	Лесно-лесная и лесная	Северо-запад территории: Калининская, Смоленская, север Ярославской и часть Калужской областей	Вязьма, Смоленск, Велиж, Шкотно, Савельево, Туреголово, Остафков, Базай, Пошехонье-Володарск, Калуга, Малоярославец, Сухоиничи	Дерново-подзолистые, глеевые и глееватые, дерново-сильнопodzolistые и дерново-среднеpodolistые почвы в пониженных заболоченных равнинах с близким залеганием грунтовых вод.
Промышленный и периодически промышленный, $KU = 1,33 \div 1,6$	Тип капиллярного увлажнения. Верхняя граница капиллярной каймы в большинстве случаев в течение года находится в корневобитаемом слое почвы. Максимум запасов влаги наблюдается весной 175-200 мм, минимум в июле - начале августа - около 80-100 мм	Лесная и лесостепная	Центральная часть территории: Ярославская, Московская, юг Калининской, юго-запад Смоленской, Владимирская, Калужская, большая часть Тульской и Рязанской	Ростов-Ярославский, Углич, Михнево, Немчиновка, Собакино, Починки, Куровское, Коломна, Владимир, Александров, Спас-Деменск, Тула, Рязань, Сасово, Михайлов, Туша	Дерново-сильно-средне- и слабоподзолистые, светло-серые и серые лесные почвы
Непрямой, $KU = 1,0 - 0,8$	Тип почвенно-госпитальной промачивания. Залегание грунтовых вод глубокое, капиллярная кайма не достигает корневобитаемого слоя. Максимальные запасы весной составляют 175-180 мм, к концу июля началу августа снижаются до 60-70 мм	Лесостепная	Крайняя юго-восток территории: юго-восток Рязанской области	Елатма	Темно-серые лесные, черноземы выщелоченные, выщелоченные и типичные

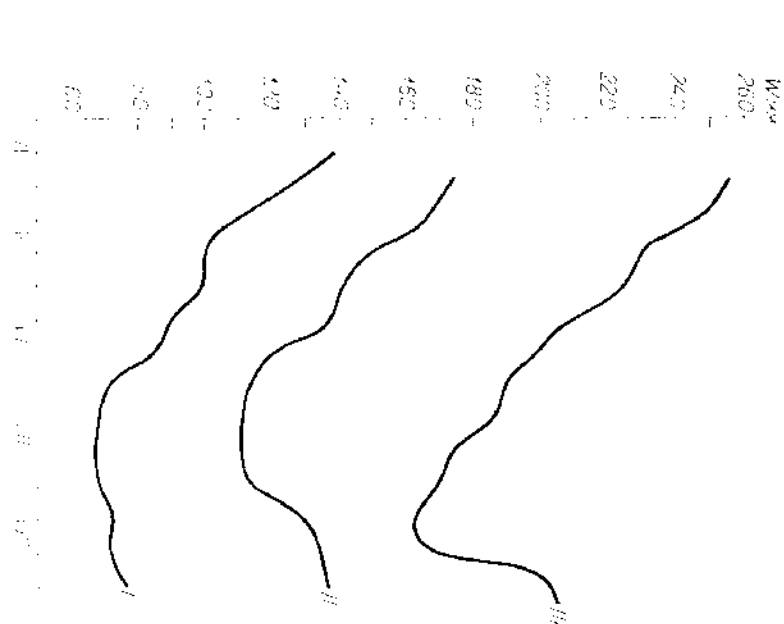


Рис. 16. Изменения запасов продуктивной влаги (I) и в метровом слое почвы под землей, II — тип почвенного увлажнения, III — тип обводнения.

Для северной и центральной частей территории характерны дерново-подзолистые почвы разной оподзоленности (слабые, средние и слабые), которые на юго-западе переходят в северные лесные почвы. Серые лесные почвы частично распространены на востоке Калининской и Рязанской областей. Эти почвы относятся к подтипу периодически промышленного режима ($KU \approx 1$), который характеризуется тем, что при атмосферном и частично

части Калининской области, а также на Мещерской низменности.

Водный режим этих почв промышленной ($KU > 1,33$) подзольного типа. Здесь имеет место постоянное почвенно-капиллярное увлажнение. Влажность почвы в верхних горизонтах колеблется от полной до наименьшей влажности.

Данные для составления карты запасов продуктивной влаги в слое почвы 0 - 100 см для центрально-нечерноземных областей

Станции	Высота, м	Запасы воды в снеге, мм	Запасы продуктивной влаги в почве, мм		Тип почв	Механический состав почв
			фактические	расчетные		
Ярославская область						
Владимирское	140	134		245	Сильнопodzолистые и podзолы	Средне- и легкосуглинистые
Полехомье-Володарск	109	144	253		Сильнопodzолистые и podзолы	Средне- и легкосуглинистые
Данилов	158	126		234	Сильнопodzолистые и podзолы	То же
Ярославль	98	99		202	Дерново-слабо- и среднеpodзолистые (заболоченные)	"
Углич	120	123	181		Дерново-слабо- и среднеpodзолистые	Супесчаные
Ростов-Ярославский	99	87	190		Дерново-слабо- и среднеpodзолистые (сильноаллювиальные) и торфяно-глеевые	Суглинистые
Переславль-Зелеский	174	94		180	Светло-серые, серые лесные, оподзоленные	Средне- и легкосуглинистые
Калининская область						
Косыма	194	131		240	Дерново-слабо- и среднеpodзолистые (рядом podзолы и болотные почвы)	Средне- и легкосуглинистые
Тверская область						
Красный Холм	166	116		225	Дерново-слабо- и среднеpodзолистые (рядом podзолы и болотные почвы)	То же
Вологов	187	96	169		Типичные слабо- и среднеpodзолистые	Песчаные
Максатиха	139	113		220	Дерново-слабо- и среднеpodзолистые	Супесчаные
Бежецк	140	88		188	Дерново-слабо- и среднеpodзолистые	Средне- и легкосуглинистые
Вышний Волочек	167	88		192	Дерново-слабо- и среднеpodзолистые	Супесчаные
Голыхачи	186	111		216	Дерново-сильнопodzолистые	Средне- и легкосуглинистые и супесчаные рядом
Кашин	137	61		195	Дерново-слабо- и среднеpodзолистые	Средне- и легкосуглинистые
Осташков	218	88	227		Дерново-слабо- и среднеpodзолистые	Супесчаные и средне- и легкосуглинистые
Кувшиново	252	106	172		Дерново-слабо- и среднеpodзолистые	Супесчаные и средне- и легкосуглинистые
Торжок	171	101	164		Дерново-слабо- и среднеpodзолистые	Супесчаные
Савелово	122	97	223		Дерново-слабо- и среднеpodзолистые	Супесчаные, рядом средне- и легкосуглинистые
Калинин	136	89		176	Дерново-слабо- и среднеpodзолистые	Песчаные и супесчаные
Сторица	179	91		178	Дерново-слабо- и среднеpodзолистые (рядом аллювиальные)	Средне- и легкосуглинистые
Гурьиново	130	94	218		Дерново-сильнопodzолистые, podзолисто-болотные, дерново-слабо- и среднеpodзолистые	Песчаные и супесчаные
Торопец	187	105	128		Дерново-слабо- и среднеpodзолистые	Супесчаные
Завидово-Давыдов	200	114		168	Дерново-слабо- и среднеpodзолистые	Песчаные

дополнительном поверхностном водном питании глубокое (сквозное) промачивание бывает только весной и то не ежегодно. Влажность почвы колеблется от наименьшей влагоемкости до влажности завядания. Более частое промачивание с большим внутрипочвенным стоком свойственно светло-серым, а затем серым почвам. На юго-востоке территории встречаются темно-серые лесные почвы и черноземы оподзоленные, которые также относятся к подтипу периодически промывного режима, но сквозное промачивание почвы бывает реже. Запасы продуктивной влаги здесь в отдельные годы бывают меньше наименьшей полевой влагоемкости.

На большей части территории механический состав почв довольно пестрый. И только на крайнем юге преобладающими являются почвы тяжелого механического состава.

По графикам динамики влажности почвы за вегетационный период на рассматриваемой территории выделяются следующие агрогидрологические зоны: зона полного весеннего промачивания, зона капиллярного промачивания и зона обводнения. На рис. 46 показаны основные типы водного режима. Для установления типа годового хода запасов влаги такие графики были построены для всех станций, ведущих наблюдения над влажностью почвы. В результате анализа графиков оказалось возможным сгруппировать станции соответственно типам водного режима почв (табл. 34).

Таким образом, анализ всех факторов, определяющих режим влажности почвы, а также фактических данных наблюдений над влажностью по ряду станций позволил дать обобщенную характеристику водного режима почв центрально-нечерноземных областей.

Для картирования влагозапасов использованы материалы фактических наблюдений над влажностью почвы, а также восстановленные. Для пополнения сети станций использованы уравнения связи запасов влаги в почве с запасами воды в снежном покрове.

В результате обработки фактических наблюдений над влажностью почвы и пополнения сети станций расчетными данными было получено достаточное количество случаев (90 станций), позволяющих с необходимой точностью произвести картирование влагозапасов. (Данные по запасам влаги, используемые для картирования, приведены частично в табл. 35.) Исходные значения (фактические и расчетные) наносились на почвенную карту данной территории в масштабе 1 : 2500 000. Соответственно типу почв, механическому составу, климатическим условиям и физико-географическим особенностям территории выделялись районы различного увлажнения. В большинстве случаев изолинии проходят по границам почвенных разностей, а в пределах однородных по типу и механическому составу почв интерполируются по данным влажности почвы с учетом климата (показателя увлажнения и осадков) и гипсометрии.

На территории центрально-нечерноземных областей по влажности выделено семь районов (рис. 47): 1) 250 мм, 2) 250—225 мм, 3) 225—200 мм, 4) 200—175 мм, 5) 175—150 мм, 6) 150—125 мм, 7) 125—100 мм. Отдельно выделены дерново-глеевые, подзолисто-

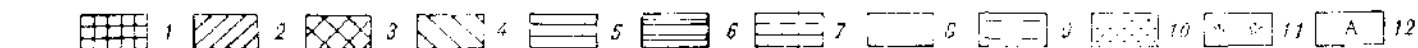
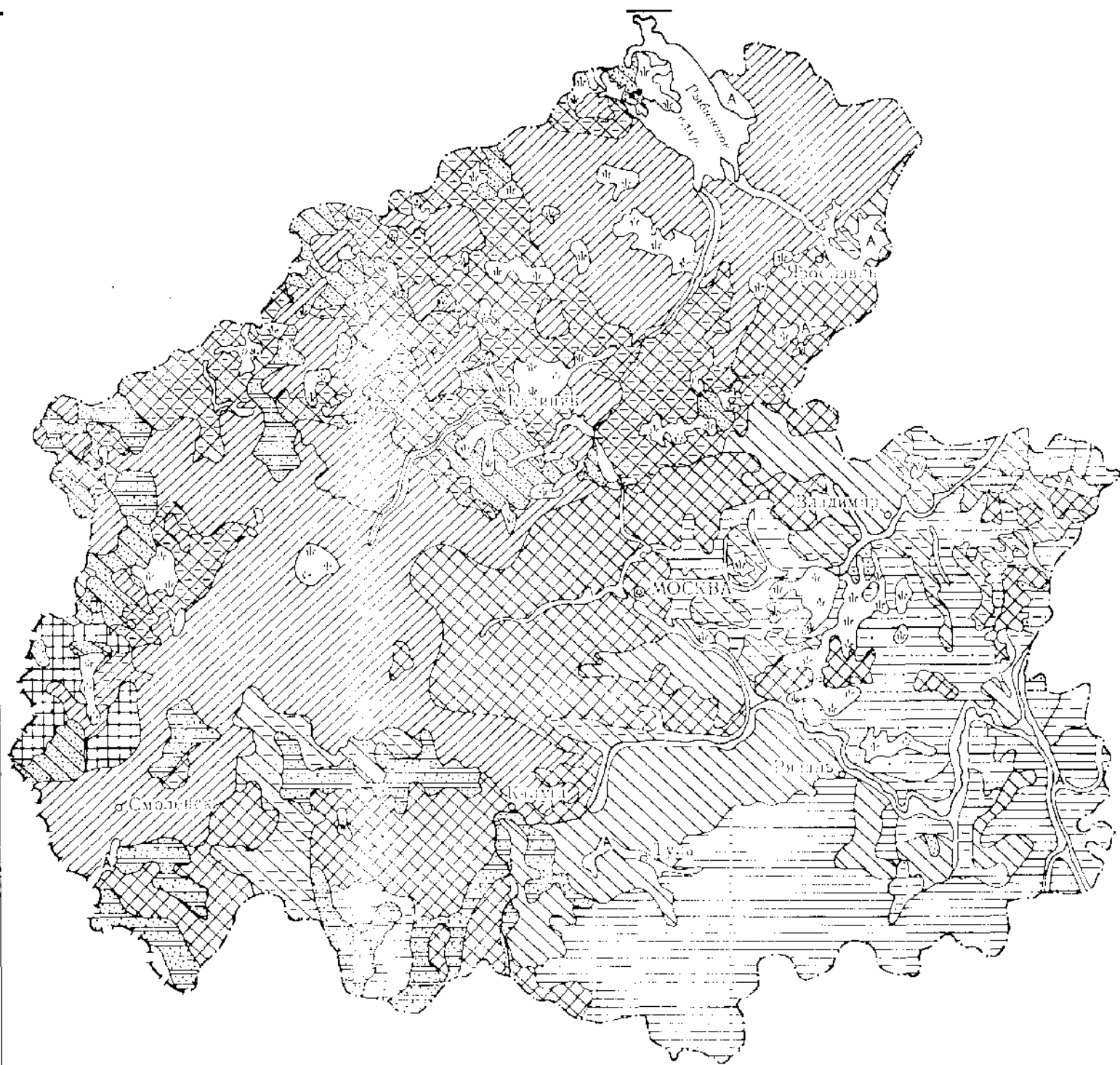


Рис. 47. Средние многолетние запасы продуктивных слоев в метрах под влиянием времени перехода средней суточной температур воздуха через 0° в лесной центрально-печерноземной области [49].

1 - >250 см, 2 - 250-225 см, 3 - 225-200 см, 4 - 200-175 см, 5 - 175-150 см, 6 - 150-125 см, 7 - 125-100 см, 8 - 100-75 см, 9 - 75-50 см, 10 - 50-25 см, 11 - 25-10 см, 12 - 10-5 см. * - сульфидные, ** - сульфидные, *** - сульфидные, **** - сульфидные, ***** - сульфидные, 1 - сульфидные, 2 - сульфидные, 3 - сульфидные, 4 - сульфидные, 5 - сульфидные, 6 - сульфидные, 7 - сульфидные, 8 - сульфидные, 9 - сульфидные, 10 - сульфидные, 11 - сульфидные, 12 - сульфидные.

глиевые и болотные почвы. В сельском хозяйстве они используются слабо и определений по влажности почвы для них нет. Из литературных источников известно, что запасы влаги на этих почвах соответствуют полной и наименьшей влагоемкости.

Не представляется возможным дать точную количественную оценку запасов влаги для аллювиальных почв. Однако при анализе данных по влажности почвы для отдельных станций установлено, что запасы влаги этих почв несколько выше запасов влаги того района увлажнения, в пределах которого они находятся.

Раздел 4. ОБРАБОТКА ДАННЫХ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ И ИХ КАРТИРОВАНИЕ

4.1. Приведение фенологических наблюдений к однородному многолетнему ряду

Обработка фенологических материалов для агроклиматических целей, составления справочников, календарей природы и сельского хозяйства, а также для выполнения ряда других работ, требующих сопоставимости данных на той или иной территории, имеет свои особенности. По всем станциям, наблюдения которых предполагается включить в обработку, данные должны быть приведены к одному и тому же ряду лет. Если фенологический материал достаточно однороден по срокам сева (по годам они близки к оптимальным) и имеет небольшое количество пропусков в наблюдениях, средняя многолетняя дата подсчитывается после критического контроля данных, пополнения пропущенных дат отдельных фаз и проверки по сортовой однородности.

Пропуски дат отдельных фаз развития восстанавливаются, если отметка фазы пропущена наблюдателем. Если же ритм развития растений нарушен в результате повреждения, недостатка влаги в почве или по другим причинам, восстановление дат не производится.

Восстановление пропущенных сроков наблюдений делается: 1) методом разностей, 2) по сумме температур, 3) картографированием. Для восстановления пропущенных дат методом разностей сопоставляются данные станций, не слишком удаленных друг от друга и расположенных в пределах района с однородным ландшафтом. Разности между соответствующими датами приводимых пунктов можно считать достаточно устойчивыми, если в отклонениях преобладает один знак (плюс или минус).

В табл. 36 и 37 дается пример приведения пропущенных дат зацветания черемухи (по Малышевой). Преобладающим знаком в отклонении является плюс, следовательно, даты одного пункта можно приводить к датам другого. Этот метод позволяет получать даты с точностью до ± 2 суток.

В районах достаточного увлажнения восстановление пропущенных дат может быть осуществлено по установленным температурным константам скорости развития. Обязательным условием в данном случае является близость расположения пунктов фенонаблюдений от метеостанций и хорошая влагообеспеченность, причем в районах с разнообразными типами почв требуется вычисление поправочных коэффициентов (булка точка роста). Особенно это замечание относится к районам черномозговой породы.

Таблица 36
Восстановление пропущенных дат одной станции по датам соседней (Ватлянский физико-географический район)

Станция	Даты завершенных периодов					Средний период в д. сутки
	1958	1959	1960	1961	1962	
Ватлянский М. моношница Разн. в. д. сутки	27 V —	11 V —2	18 V —2	21 V —1	23 V —	—1

Таблица 37
Сопоставление фенодат двух станций
Ватлянского физико-географического района

Станция	Даты завершенных периодов					Средний период в д. сутки
	1958	1959	1960	1961	1962	
Ватлянский М. моношница Средняя разн. в. сутки	27 V 28 V +1	11 V 13 V —2	18 V 20 V —2	21 V 20 V —1	23 V 24 V —1	20 V 21 V —1

Одним из способов контроля восстановленных дат и пропущенных дат является составление карт за отдельные годы. Сущность картографического контроля заключается в следующем: весь материал для соответствующей фазы наносится на топографическую карту (масштаб 1:1 000 000). Если представить возможным, производится рабочая карта более крупного масштаба.

Технически весь фенологический материал группировается по соответствующим датам, устанавливаемым в определенном материале (например, через 5 дней), и различной раскраской или штриховкой наносится на топографическую карту (рис. 48). Принятые обозначения надписью позволяют обнаружить большие отклонения от по-

казаний соседних станций. Тщательное изучение этих отклонений путем логических рассуждений и путем совмещения фенологических карт с физико-географическими и почвенными (одинакового масштаба) помогает объективно подойти к выбраковке некоторых дат, которые не подтверждаются ни анализом карт, ни показаниями соседних станций.

Отклонения дат возможны в случаях расположении почв на склонах возвышенностей, что ведет к некоторому отставанию в сроках наступления фаз. Даже небольшие различия в экспозиции и

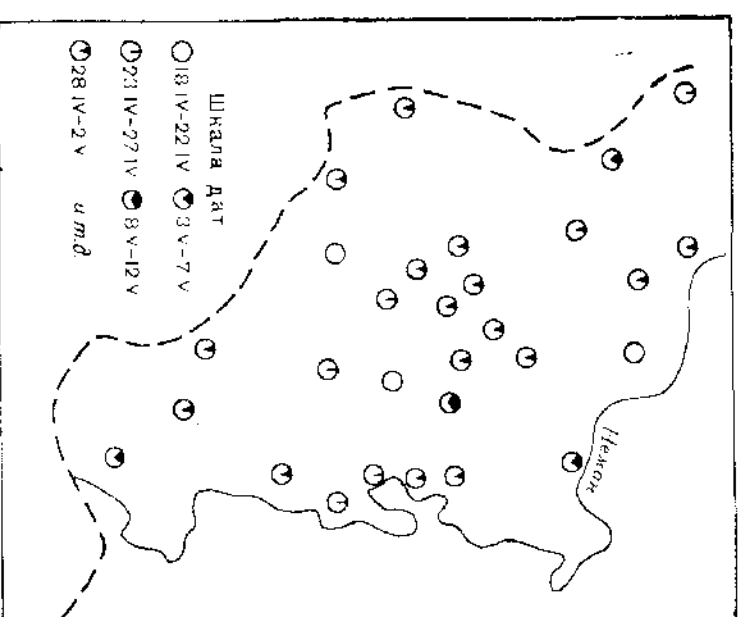


Рис. 48. Фрагмент рабочей карты с фенодатками: может писаться материал на карту (горизонтальная часть, летней дат (LDP)).

форме рельефа, наблюдаемые в наиболее однородных физико-географических условиях, также влияют на сроки наступления фаз.

Последующий этап обработки фенологических карт заключается в разбивке картируемой территории на природные районы. Для этой цели целесообразно использовать схему физико-географического районирования. Контуры физико-географических районов должны быть нанесены на карту с фенодатами (рис. 49). Затем вычисляются средние районные даты и отклонения каждой первичной даты от этой средней. Средние районные даты A вычисляются по формуле:

$$A = \sum a_i/n,$$

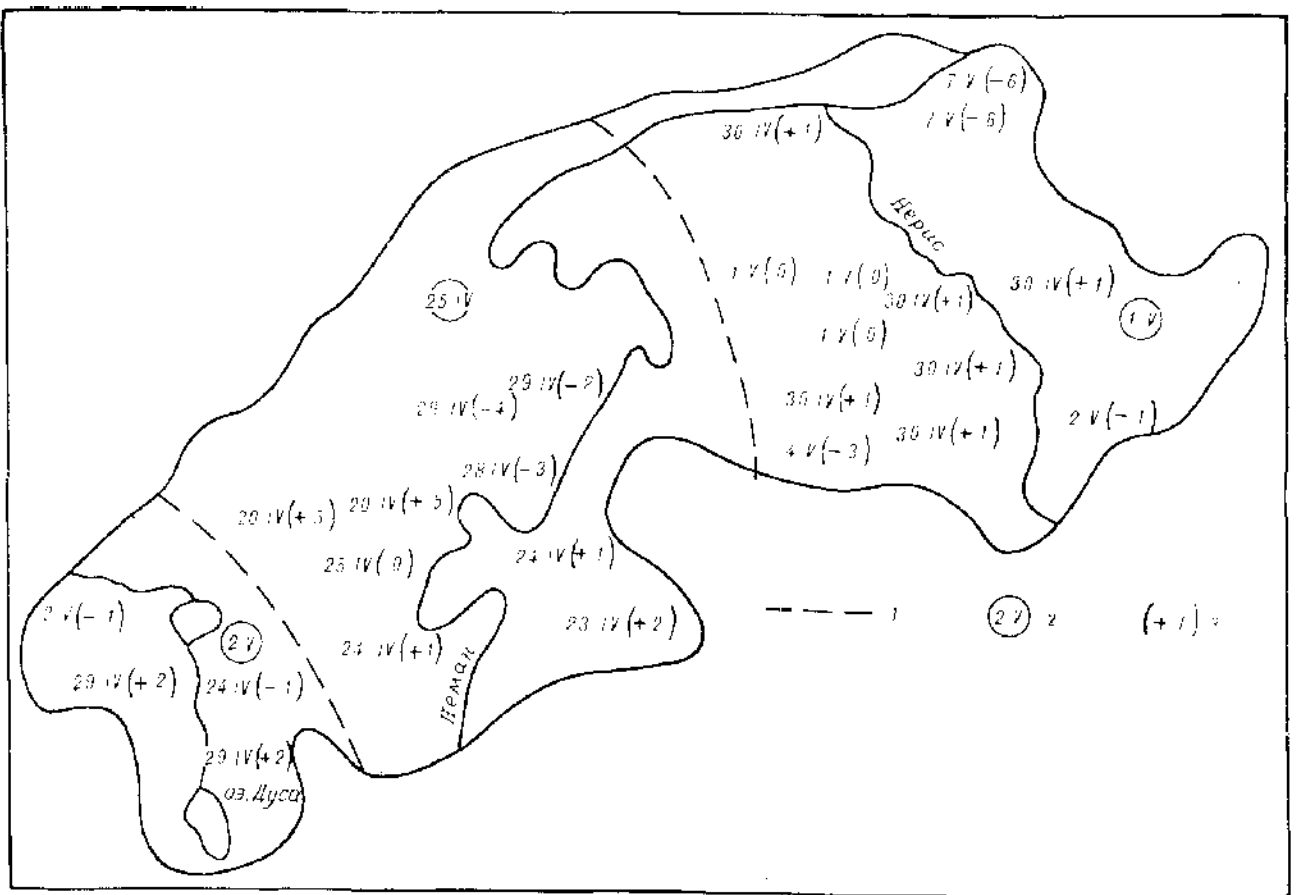


Рис. 49. Контур физико-географического района с выделенными подрайонами по фенологическому режиму (физико-географический район Средне-Донбасской и Нижне-Донбасской равнины Прибалтийской моренно-озерной провинции, подзоны широколиственно-хвойных лесов).

1 - границы подрайонов, 2 - средняя дата подрайона, 3 - отклонение каждой отдельной даты от средней подрайонной.

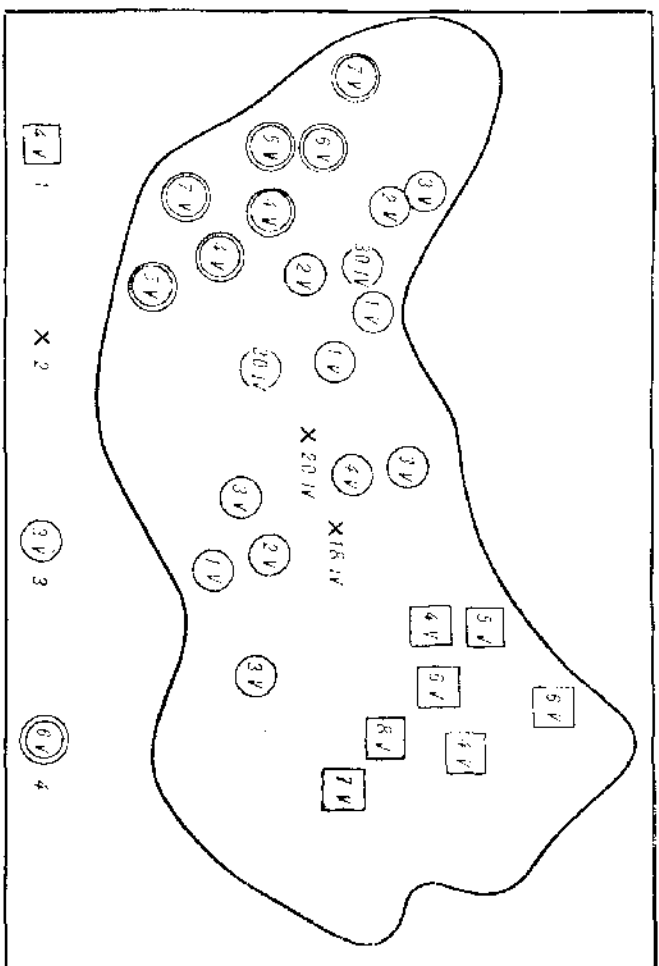


Рис. 50. Фрагмент районной карты с фенологическим режимом выделенных подрайонов (район дельты Нижне-Донбасской равнины — север Луганской ССР).

1 - границы подрайонов, 2 - средняя дата подрайона, 3 - отклонение каждой отдельной даты от средней подрайонной.

а. Озимые культуры. На наблюдательных участках в озимом и том же году в разных пунктах сроки сева озимых по хозяйственным признакам очень сильно различаются, т. е. фактические сроки на участках наблюдений не отражают оптимальные сроки посева озимых по климатическим условиям. Установить средние оптимальные сроки сева озимых можно, исходя из климатических условий местности. Поскольку и появление всходов, и наступление послевсходовых физ. развития озимых растений при достаточном увлажнении почвы зависит от температуры, то оказалось возможным вычислить средние сроки начала сева озимых, пользуясь соотношениями показателями — суммами эффективных температур.

Определение среднего агроклиматического срока сева озимых в той или иной местности исходит из положения, что для достаточного

где α — общая порывная дата в пределах данного района, β — общего фенологического периода данного района. После такого анализа данных карты производится выработка материала (рис. 50).

Материал по фенологии менее качественный и неоднородный по срокам сева, поэтому он требует специальной обработки. Ниже рассматриваются приемы приведения фенологического материала по некоторым культурам к однородному ряду наблюдений [79].

Развитии озимой ржи и пшеницы необходимо, чтобы растение получило после посева суммарное температурное воздействие, соответствующее накопленной сумме эффективных температур 300° (для наиболее распространенных сортов). Для новых сортов сумма эффективных температур необходимо уточнить. Начиная подсчет от перелома средней суточной температуры через 5° (в обратном порядке), доводят его до накопления указанной величины и предельный день записывают. Если сумма эффективных температур подсчитывается по средним многолетним температурам, то получается существенный недобор сумм по сравнению с подсчетом по ежедневным данными за каждый год. Например, для Подмоховья накопленные суммы эффективных температур 300° по основанию климатогенных данных за 21 год приходится на 19/VIII, а по подсчету за каждый год в отдельности на 22/VIII. Разницу между этими датами (3 дня) и следует приписать как поправку к первой дате. Таким образом, 22/VIII можно считать средним сроком сева озимых, соответствующим климатическим условиям Подмоховья. Средний срок начала сева, полученный по набраненным в нескольких станциях Подмоховья (за каждый год выбиралась самая ранняя дата), приходится на 21/VIII.

Такие вычисления дают удовлетворительные результаты для тех районов, где созданные агротехнические приемы обеспечивают, как правило, достаточное увлажнение почвы до прекращения вегетации. Этот прием можно рекомендовать для определения средних (агроклиматических) сроков сева озимых. Применяя суммы эффективных температур (для озимой ржи 52 и 67°), можно таким же путем определить средние сроки появления всходов и начала кушения.

Что касается фаз развития озимых культур в осенний и летний периоды, то обработка данных по этим фазам для агроклиматогенных и календаря не отличается чем либо от обычной обработки. Все будет заключаться в том, чтобы приписать эти данные к многолетнему ряду. В этом случае можно применить следующий прием: записав по каждому году набраненную сумму эффективных температур, приходившихся на даты колошения озимой ржи, и вычислив из них среднюю, пользуемся последней как показателем, вычислив среднюю, приведенную к многолетнему ряду, дату колошения по табличке сумм эффективных температур за этот ряд лет. Затем, вычитя из этой суммы 183°, находим по остаточной сумме среднюю за тот же ряд лет дату выхода в трубку и, прибавив к первой величине сначала 144°, а потом 225° и, наконец, 170°, последовательно получаем показатели для определения средних сроков зацветания, наступления молочной и восковой спелости.

Например, для Подмоховья средняя сумма эффективных температур на начало колошения озимой ржи 270°, для выхода в трубку показатель будет 88°, для зацветания 414°, молочной спелости 639° и для восковой спелости 814°. Сроки начала уборки нельзя использовать без предварительного их анализа, так как они также содержат случайные данные, объяснимые главным образом

организационно-хозяйственными причинами. Задержка начала уборки нередко по хозяйственным причинам влечет за собой еще большую задержку из-за ухудшения погоды. Поэтому выбранные данные о начале уборки необходимо проанализировать путем сопоставления дат, отмеченных ближайшими друг к другу станциями. В ряде случаев разрыв между сроками уборки в ближайших друг к другу пунктах по причинам не метеорологического характера достигал 10 дней и более. Поскольку неблагоприятные условия погоды одновременно создаются на большом пространстве, поскольку нет оснований ожидать, чтобы уборка, начавшись в одном районе, не могла одновременно начаться в других районах, где озимые созрели в близкие сроки. Следовательно, самая ранняя дата уборки, отмеченная какой-либо станцией, будет характеризовать возможное начало уборки данной озимой культуры в довольно большой группе окружающих районов, в которых существующих различий во времени наступления созревания не наблюдается. Наиболее раннюю дату уборки в данном году и следует взять как наиболее характерную для рассматриваемой группы районов. Сделав таким образом отбор дат и вычислив по ним средний срок, мы получим данные, наиболее правильно характеризующие особенности территории.

Еще более надежные результаты могут быть получены при использовании для этого сведений об осадках за период после наступления восковой спелости, а также о влажности воздуха. Тогда при отборе дат уборки объективные причины различий в сроках были бы обнулены. Могут быть случаи, когда данные о фазах развития озимой пшеницы не имеют за меткий промежуток времени, чем о фазах развития озимой ржи, тогда для приведения к более длинному ряду лет можно воспользоваться, кроме названного, также следующим приемом: по набраненным за годы, за которые имеются фенологические сведения по обеим озимым культурам, определяется среднее число дней между зацветанием озимой ржи и началом колошения озимой пшеницы, которое и прибавляется к средним, приведенной к многолетнему ряду дате зацветания озимой ржи. По полученной средней дате колошения озимой пшеницы, пользуясь табличкой многолетних средних сумм эффективных температур, находят среднюю сумму эффективных температур, соответствующую началу колошения этой культуры, и, принимая эту дату за исходную, по той же табличке находят средние даты других фаз. Этот прием может быть использован, когда пропуск наблюдений не были вызваны избытком озимой пшеницы в данном районе. Приведение к многолетнему ряду фенологических данных по озимому ячменю производится аналогично тому, как это указано относительно других озимых культур. Показателями для этого служат суммы эффективных температур: от выхода в трубку до колошения 330°, от колошения до созревания 388°, а для печальных фаз развития те же показатели, что и для ярового ячменя.

5. Яровая пшеница, яровой ячмень и овес. Обработка фенологических данных по яровым культурам с применением

в многолетнему ряду более сложна, нежели по озимым, так как ход их развития зависит от времени посева, а также от сорта культуры, тогда как озимые, по крайней мере большинства сортов, различий в ходе развития (при прочих равных условиях) не обнаруживают.

Начиная обработку материалов по кривым культуры с установленной типичности для каждого года срока сева яровой культуры, чтобы определить, в какой мере время посева на наблюдательном участке отвечает сложившимся погодным условиям, необходимо сопоставить сроки начала посева данной культуры в хозяйстве со сроком посева ее на наблюдательном участке и выписать сумму эффективных температур, накопившихся на каждую из этих дат. Если разница между суммами окажется не более 30°, а число дней не более трех, то отмеченная дата сева на наблюдательном участке принимается за характерную. При большем различии за характерную принимается дата начала сева в хозяйстве. В последнем случае все фазы развития рассчитываются от этой даты как от исходной.

После установления типичных для каждого года сроков начала сева культуры следует определить показатели для вычисления сроков наступления фаз развития по тем годам, по которым сделана замена даты сева. Это делается следующим образом: за все годы наблюдений выписываются суммы эффективных температур, приходившиеся на начало сева и начало колошения, и из них выводится среднее, которое и служит для вычисления дат всех других фаз. Вычитая из второй первую, определяют сумму за период от посева до колошения. Прибавив последнее к сумме эффективных температур, накопившейся к началу сева, приходим к сумме типичного, по полученной величине находим сначала дату колошения, а затем и сроки наступления других фаз, пользуясь показателями сумм эффективных температур для межфазных периодов. Приведем для пояснения пример.

На 25/IV, оказавшейся типичной для данного года датой начала сева овса, накопилось сумма эффективных температур 49°, средняя сумма эффективных температур за период от посева до выметывания овса в данном пункте 559°, следовательно, предполагаемый срок выметывания может быть найден по сумме эффективных температур: $49^\circ + 559^\circ = 608^\circ$. Накопление полученной величины приходится на 2/VII.

Сроки других фаз определяются следующим образом: всходы — $49^\circ + 65^\circ = 114^\circ$; полученная величина накопиться 4/V — эта дата и будет датой появления всходов.

Выход в трубку: $608^\circ - 378^\circ = 230^\circ$; накопление 230° приходится на 1/VI. Созревание: $608^\circ + 428^\circ = 1036^\circ$; дата накопления 1036° 5/VIII. Приведение к многолетнему ряду производится аналогичным путем, с той лишь разницей, что за годы, в которые фенотипические данные отсутствуют, средняя сумма эффективных температур, приходящаяся на начало сева, принимается за показатель, от которого определяется дата сева за все годы отсутствия данных.

ных. Так, для овса по Подмосковью получены следующие показатели:

Посев	Всходы	3-й лист	Выход	Знаменитый	Созревание
			в трубку	наше	яне
3-е	203°	283°	267°	507°	1025°

Понимая эти показатели, мы, конечно, допускаем некоторую условность, так как в зависимости от условий агротехники и особенностей почвы в разное время выметывание овса наступает не всегда при близких суммах температур, накопленных от посева. Однако для Подмосковья, например, проверка показала, что при изменении природных показателей для расчетов выметывания овса за 25 лет дает следующие результаты: в 72% случаев отклонения составили от 3 дней, в 92% случаев ± 4 дни. Расчеты, как видно, дают вполне удовлетворительные результаты. Если вычисление придется делать только за некоторые годы, то даже в том случае, когда в число отклонений попадут небольшие, они не скажут сколько-нибудь существенно на средней дате выметывания.

Приведение к многолетнему ряду фенотипических данных по пшенице и ячменю делается так же, как это возможно относительно овса. Об обработке фенотипического материала по другим культурам можно высказать в работе [79].

4.2. Расчет вероятности наступления фенологических фаз сельскохозяйственных культур

Вероятность рассчитывается по основным фазам развития культуры: для озимых, например, возобновление вегетации, колошение, цветение, зрелость и восковая зрелость. Вероятность наступления фенологических фаз в различные сроки может быть получена с помощью кривых. Кривые распределения фенологических дат, так же как и кривые вероятности перехода температур воздуха через различные пределы, близки к кривым нормального распределения. Поэтому вероятность наступления фаз развития растений можно вычислить по среднему квадратическому отклонению от средней многолетней даты, пользуясь коэффициенты кривой нормального распределения:

Вероятность, %	0	10	20	30	40	50
Коэффициенты	100	50	59	70	80	100
	-2.25	-1.25	-0.84	-0.52	-0.25	0

Вероятность рассчитывается по динормальным таблицам (не менее 15—20 лет).

Формула квадратического отклонения

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum d^2}{n}}, \quad (40)$$

где $\sum d^2$ — сумма квадратов отклонений от средней, n — число лет наблюдений. Исходные данные для расчетов представлены в табл. 38. Расчет вероятности наступления фаз колошения дан в табл. 39.

Таблица 38
Дата колошения яровой пшеницы и отклонения от средней.
Станция Купино

Годы	Дата колошения	Отклонение в сред- ное		Годы	Дата колошения	Отклонение от сред- ной	
		d	d²			d	d²
1931	15 VII	2	4	1945	20 VII	7	49
1932	7 VII	-6	36	1946	10 VII	-3	9
1933	30 VI	-13	169	1947	16 VII	3	9
1934	10 VII	3	9	1948	19 VII	6	36
1935	24 VII	11	121	1949	20 VII	7	49
1936	3 VII	10	100	1950	24 VII	11	121
1937	28 VI	-15	225	1951	10 VII	-3	9
1938	20 VII	7	49	1952	12 VII	-1	1
1939	22 VII	9	81	1953	16 VII	3	9
1940	10 VII	-3	9	Сумма			1285
1941	14 VII	1	1	сред-			23
1942	10 VII	3	9	нее			7,3
1943	4 VII	-5	25				
1944	6 VII	-7	49				

Таблица 39
Вероятность (%) наступления фаз колошения озимой ржи. Станция Купино

Годы	Вероятность, %							
	10	20	30	40	50	60	70	80
Коэффициент Отклонения в днях (6-7,3)	-1,28	0,84	-0,52	-0,25	0	0,25	0,52	0,84
Дата отклонения от средней (13 VII)	4 VII	7 VII	9 VII	11 VII	13 VII	15 VII	17 VII	19 VII

4.3. Аналитический метод фенологического картирования

Фенологические карты имеют большое практическое значение при решении проблемы рационального использования природных ресурсов различных районов страны. Эти карты находят широкое применение при оценке агроклиматических условий территории, а также используются в качестве индикаторов начала полевых работ и для других целей. Принципы и способы фенологического картирования комплексно-географическим и графическим методами

и достаточной степени разработаны и применены в работах Ф. Шенке [115], Г. Э. Шульца [117, 118], Г. С. Малышевой [53, 54] (для дикорастущей растительности) и А. А. Шигелевым [79], Е. В. Бессоновой [14], М. П. Курдюковой [47, 119], В. П. Огородниковым [74], П. В. Гусиной [27, 61] (для сельскохозяйственных культур) и др. Подробная и достаточно полная систематизация методов фенологического картирования представлена Г. С. Малышевой [55].

Из других методов картирования известен аналитический, предложенный В. А. Батмановым: это объективный метод оценки фенологических дат для любого места изучаемой территории с применением метеорологической обработки и анализа данных.

Значимость наступления того или иного явления от географических факторов Батманов выражает уравнением

$$y = B_0 + K_1(x - x_0) + K_2(\lambda - \lambda_0) + K_3(H - H_0), \quad (4)$$

где y — дата наступления явления на исследуемом участке, B_0 — средняя дата наступления явления на исследуемой территории, x — λ , H — средние широта, долгота и высота над уровнем моря, вычисленная по территории из широт, долгот и высот всех пунктов, x_0 , λ_0 , H_0 — широта, долгота и высота конкретных пунктов, K_1 , K_2 и K_3 — коэффициенты регрессии y на x , λ , H .

Этот метод фенологического картирования не получил достаточно широкого применения в связи с некоторыми трудностями при математической обработке материала. В основном он используется при картировании дикорастущей растительности [10, 11, 106, 107, 108]. Автором этого метода дано также картирование яровой пшеницы для Урала [12].

В. М. Шмидт [114] также рассматривает возможность интерполяции изотерм на крупных и географическом смысле отрезках территории страны на базе математического изучения динамики корреляционных связей между теми явлениями природы, которые служат основой для интерполяции. В настоящее время применение механизации позволяет широко использовать этот метод. Основываясь на принципах, разработанных В. А. Батмановым [10, 11, 12], Шмидтом экспериментальной метеорологии разработана подробная методика обработки материалов для фенологического картирования аналитическим методом с помощью простых счетных и электрических вычислительных машин (ЭВМ). В этой методике учитываются не только влияние на ход развития растений основных факторов по уравнению (4), λ , H), но и физико-географические особенности территории, так как прохождение изотерм согласовывается с картой карт (цифровой, почвенной, климатической). Масштаб картирования 1:2500 000. Эта методика может быть использована для территорий с высотой до 500 м над уровнем моря. Она позволяет устранить неоднородность данных наблюдений и вычислить некоторые средние показатели, равномерно характеризующие всю изучаемую территорию.

После проверки качества исходного материала основные этапы обработки первичных фенологических материалов следующие.

1. Разделение территории, подлежащей картированию, на участки.
2. Приведение к одному периоду лет, проверка на точность, приведение к одному сроку сева и сортовой однородности и т. д.
3. Решение уравнений регрессии для отдельных станций.
4. Расчет дат наступления фенофаз по уравнению для предельных площадей.
5. Проведение изофен (картирование).

Принципы и способы обработки данных фенонаблюдений по озимым и яровым культурам различны. Поэтому методика разрабатана отдельно для озимых и яровых культур.

А. МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ДЛЯ КАРТИРОВАНИЯ ОЗИМЫХ И ЯРОВЫХ КУЛЬТУР

Обработка фенологических наблюдений для картирования фенологических дат по озимым и яровым культурам сводится к специально имеющемуся на каждой станции материалу к одному периоду лет наблюдений по формуле

$$B = A_0 + \sum (b_i - a_i) / n, \quad (42)$$

где B — средняя многолетняя дата по станции, приведенная к одному периоду лет, A_0 — средняя многолетняя дата по планшету, приведенная к одному периоду лет, b_i — фактические даты наступления фаз по годам, a_i — средние даты по планшету за каждый год, $\sum (b_i - a_i)$ — сумма отклонений фактических дат от средних дат по планшету за каждый год, n — число лет наблюдений.

Обработка материала фенологических наблюдений для получения средней многолетней даты B состоит из следующих действий:

- а) расчет средних многолетних фенодат A для каждой станции по фактическому ряду наблюдений и в целом по планшету;
- б) расчет средней многолетней фенодаты A_0 по планшету, приведенной к одному периоду лет;
- в) расчет по станциям средней многолетней даты B , приведенной к одному периоду лет;
- г) оценка точности расчета средней многолетней даты B по станциям.

Фенологический материал по озимым (озимой ржи, пшенице, многолетним травам) и яровым культурам по всем станциям с периодом наблюдений более двух лет обрабатывается в следующем порядке.

На геолометрической карте масштаба 1:2500 000 кружком (улыбой) отмечаются все станции, задушие наблюдений над данной озимой или яровой культурой.

Карта исследуемой территории с учетом физико-географических условий делится по широте и долоте (здесь параллелей и меридианов) на ряд планшетов так, чтобы каждый планшет содержал по возможности примерно одинаковое число станций. Если картируемая территория по физико-географическим условиям однородна, то фенологический материал по этой территории обрабатывается как единый

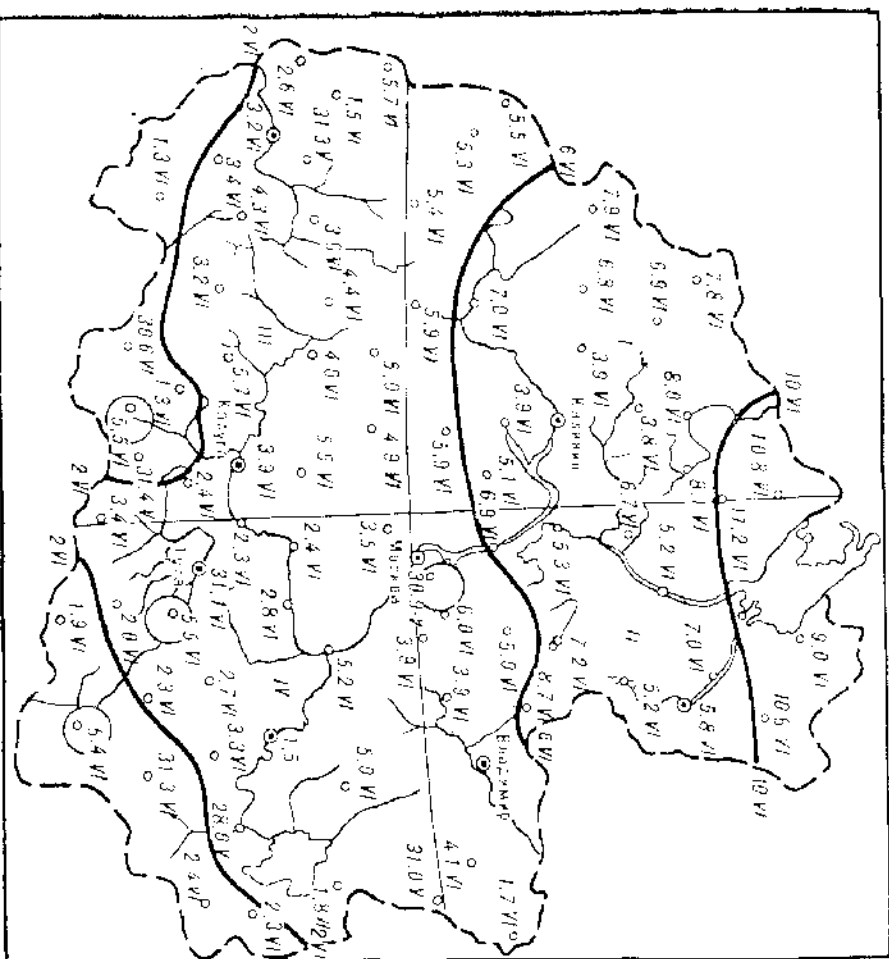


Рис. 51. Предварительное картирование дат наступления озимой ржи по фактическим данным.

планшет. Однако при большом количестве станций таблицы приведения к одному периоду лет станций рекомендуется провозглашать (приложения 1, 2, 3). В этом случае также рекомендуется разбивать территорию на планшеты с примерно равным числом станций (не более 20 — 30). Даты, начиная с обработки материала, показана на примере колосения озимой ржи для центрально-печерноземных областей.

При построении карты колосения озимой ржи для центрально-печерноземных областей все территории делаются на четыре план-

пята. Средний размер планшета брается 3° по широте и 6° по долготе. В дальнейшем соответствующие расчеты произведутся раздельно по каждому планшету.

Расчет средней многолетней даты по фактическому ряду наблюдений станций и в целом по планшету Δ

По станциям всего планшета за все имеющиеся годы выписываются даты наступления основной картируемой фазы (колошения озимой ржи) в рабочую таблицу (приложение 1). В последующих расчетах эти фактические даты будут обозначены буквами $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$. Заполнение этой таблицы производится по мере технического и критического контроля феноматериала.

Рабочая таблица состоит из граф: дата наступления фазы колошения по годам, сумма фенодат за весь период лет, число лет наблюдений, средний многолетний дата за имеющийся ряд наблюдений и средняя дата Δ в целом для планшета.

Средняя многолетняя дата для каждой станции вычисляется общепринятым способом, т. е. сумм делится на число лет наблюдения. Расчет средних дат производится до десятых долей.

Полученные средние многолетние даты по фенофазе (приложение 1) для каждой станции наносятся на топометрическую карту (рис. 51) и соответственно датам проводятся ориентировочные изофазы (в карандаше). Это позволяет сделать критический анализ данных станций. Если в пределах между изофазами имеются станции со значительными отклонениями от общего хода развития, то необходимо математическим путем проверить возможность использования для картирования данных этой станции. Математический метод проверки будет изложен при описании приложения 2, так как отклонения, вычисленные в этом приложении, непосредственно используются для указаний проверки.

Расчет средней многолетней фенодаты Δ по планшету, приведенной к одному периоду лет

Расчет отклонения фактически отмеченных дат за каждый год от средней даты по каждой станции производится по форме приложения 2. Для расчета используются данные приложения 1. Например, для станции Канин в 1948 г. дата колошения озимой ржи наступила 31/V, а средний многолетний дата за весь период наблюдений составил (1948—1964 гг.) - 6, 7/VI. Следовательно, колошение озимой ржи на этой станции в 1948 г. наблюдалось на 6, 7 дней раньше по сравнению со средней многолетней датой этой станции. А в 1951 г. дата колошения наступила на 3, 3 дня позже средней многолетней даты. Отклонения соответственно будут в 1948 г. со знаком минус, а в 1951 г. со знаком плюс (-6, 7 и +3, 3). Аналогично определяются отклонения за все годы по всем станциям.

Первоначально данные приложения 2 используются для проверки возможности включения в обработку фенодат отдельных станций со значительными отклонениями, выявленными путем предварительного картирования (рис. 51). Для этого по приложению 2 выбирается одна или две самые длинноволновые станции и по соотношению

$$\frac{\sum (r_i - R_i)^2}{\sum r_i^2} < 1, \quad (43)$$

где r_i и R_i отклонения фактических дат от средней даты соответственно по проверке и длинноволновой станциям за один и те же годы, определяется возможность использования данных станций со значительными отклонениями.

Расекомри пример проверки данных по станции Москва, ВДНХ.

Расчет соотношения по станциям Москва, ВДНХ и Починки

Станция	Отклонения по годам						
	1950	1951	1952	1953	1955	1956	1959
Москва, ВДНХ, r_i	4,9	+6,1	-1,1	-0,1	-7,1	3,1	-6,9
Починки, R_i	6,0	2,0	2,0	1,0	4,0	10,0	6,0
$r_i - R_i$	-1,1	+4,1	-3,1	-1,0	-11,1	-6,9	-12,1
$(r_i - R_i)^2$	1,21	16,81	9,61	1,21	122,1	47,61	144,1

$$\sum (r_i - R_i)^2 = 10,09 \quad \sum r_i^2 = 178,49$$

$$\frac{\sum (r_i - R_i)^2}{\sum r_i^2} = \frac{10,09}{178,49} = 0,052 < 1.$$

Полученное соотношение (0,052) меньше единицы, следовательно, данные станции Москва, ВДНХ не ухудшат результаты приземления и она может быть использована при обработке данных по планшету.

Затем переходим к обработке данных приложения 2. Посчитываем число случаев наблюдений за каждый год, аттестационную сумму отклонений по годам фактически отмеченных дат от средней многолетней и рассчитываем среднее отклонение по планшету за каждый год. Расчеты даны в конце приложения 2. Например, за 1940 г. число случаев наблюдений 7, сумма отклонений по всем станциям составит 21,6 дня $[(+3,0) + (+9,4) + (+14,2) + (-4,2) + (-0,7) + (0,0) + (-0,1)]$, а среднее отклонение по планшету за 1940 г. будет равно - 3,1 дня $(21,6 : 7 = -3,1)$. Аттестационная база это среднее отклонение по планшету за каждый год к средней многолетней дате Δ (см. приложение 1), получим средние даты по планшету за каждый год принятого периода лет.

Пример. За 1946 г. среднее отклонение по планшету равно -1,2. Эту величину прибавляем к средней многолетней дате по планшету ($\Delta = 5,9/VI$) и получаем среднюю приведенную дату по

платишту за 1946 г. $7,1/\text{VI} (+1,2-5,9/\text{VI})$. Полученный ряд приведенных средних дат по всем станциям платишта за каждый год обозначим буквами $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$. Из всего ряда этих дат (в нашем примере с 1936 по 1966 г.) вычтем среднюю многолетнюю дату котопения озимой ржи в целом для платишта (условно обозначимую A_0). Это будет средняя многолетняя дата для платишта, приведенная к одному периоду лет. Рассчитывается она по формуле

$$A_0 = -\sum a_i/n, \quad (14)$$

где $\sum a_i$ — сумма средних дат по платишту за каждый год, приведенных к одному периоду лет n — число лет.

Пример расчета A_0 приведен в приложении 2. При суммировании средних дат котопения счет ведется обычным способом от первого числа самого раннего месяца. В нашем примере счет производится от 1 мая, поэтому дата 1,9/VI, приведенная на 1936 г., суммируется как 32,9/V. A_0 в нашем примере соответствует 6,3/VI.

Расчет средней многолетней даты B по каждой станции, приведенной к одному периоду лет

По форме представления 3 вычисляются отклонения фактически отмеченных дат $b_1, b_2, b_3, \dots, b_i$ от средней даты, приведенной к одному периоду лет, $a_1, a_2, a_3, \dots, a_i$, т. е. находится разность $(b_1 - a_1), (b_2 - a_2), \dots, (b_i - a_i)$.

Например, для станции Капни в 1948 г. фактическая дата котопения озимой ржи приходится на 31/V (b), а приведенная к одному периоду лет за тот же год на 30,3/V (a), разность составит $31/V - 30,3/V = 0,7$.

В 1949 г. соответственно b_2 приходится на 31/V, а a_2 — на 30,7/V, разность будет $31 - 30,7 = -0,3$. В 1957 г. b_3 приходится на 28/V, a_2 — на 29,3/V, разность

$$28/V - 29,3/V = -1,3.$$

По станции Савезово за 1957 г. b_3 приходится на 8/V, a_2 — на 29,3/V, разность

$$39/V - 29,3/V = 9,7.$$

В последнем случае фенодата приведена к одному месяцу.

Полученные по годам разности (или отклонения) агрегируются суммируются по каждой станции и сумма записывается в соответствующую графу приложения 3: $\sum (b_i - a_i)$. Затем рассчитывается средняя величина отклонения по каждой станции путем деления полученной суммы отклонений на число случаев по данной станции по формуле:

$$\sum (b_i - a_i)/n, \quad (15)$$

где $\sum (b_i - a_i)$ — сумма отклонений, а n — число случаев.

Датое для каждой станции рассчитывается средняя многолетняя дата котопения озимой ржи, приведенная к одному периоду лет B по формуле (12).

Оценка точности приведенной к одному периоду средней многолетней даты B

Оценку точности вычисленной средней многолетней даты B производим путем вычисления средней ошибки по формуле

$$m = \pm 1/n. \quad (16)$$

Формула среднего квадратического отклонения

$$s = \pm \sqrt{\frac{\sum x^2}{n-1}} \quad (17)$$

где $\sum A^2$ — сумма квадратов разностей отклонений за каждый год от среднего отклонения по станции за весь период лет, т. е.

$$\sum A^2 = \sum [(b_i - a_i) - \frac{\sum (b_i - a_i)}{n}]^2.$$

Расчет среднего квадратического отклонения и средней ошибки даны в приложении 2.

По станции Капни отклонение $(b_1 - a_1)$ за 1948 г. равно $-0,7$, а среднее отклонение за весь период лет $\sum (b_i - a_i)/n$ равно $+1,3$, разность отклонения Δ будет равна $-0,6 [1,0,7 - (-1,3)]$. Полученные таким образом разности Δ за каждый год возводим в квадрат (A^2) и находим сумму квадратов разностей $\sum A^2$, которая используется для расчета m . По величине m определяем величину средней ошибки для расчета σ . По формуле (16). Величина средней ошибки m должна быть в пределах точности наблюдений ($\pm 2,000$).

Такие расчеты производятся для всех станций платишта и все значения σ и m суммируются в приложение 4.

Средние многолетние даты наступления фазы котопения озимой ржи, приведенные к одному периоду лет B и произведенные на точность, являются исходным материалом для решения уравнения регрессии.

В случае если сеть станций с фактическими данными недостаточно густа, для решения уравнения дополнительно необходимо использовать и расчетные средние многолетние даты по станциям, которые не имеют фактических наблюдений. При этом соответствующие ходы расчета дат (по сумме температур, по средней температуре на дату наступления фазы и др.) должны быть апробированы на холстом материале.

Решение уравнения регрессии

Для решения уравнения регрессии производим дополнительную подготовку некоторых данных по форме приложения 5. Для каждой станции с наличием фактических или расчетных данных

вычисляем географические координаты (широту, долготу и высоту над уровнем моря), а также среднюю многолетнюю, приведенную к одному периоду лет, дату картируемой фазы B . Эти данные используются для решения уравнения регрессии (41).

Решение уравнения возможно двумя способами (41):

- 1) с помощью простых счетных машин (арифмометры, электрические счетные машины и др.);
- 2) с помощью ЭВМ.

Приведем описание этих способов.

Решение уравнения с помощью простых счетных машин. Этот метод применим в случаях небольшого объема материалов для расчета, когда использование ЭВМ переносит, а также в случае отсутствия ЭВМ.

Для вычисления уравнения этим способом необходимо произвести следующие расчеты. Используя данные приложения 5 по широте, долготе, высоте и датам наступления картируемой фазы, подсчитаем их средние значения в целом для планшета. Для расчета средних значений φ_0 , λ_0 , H_0 , B_0 подсчитаем по всем станциям планшета сумму широт, долгот, высот, многолетних дат наступления картируемой фазы и полученные отдельно для каждого фактора суммарные значения (приложение 5).

Следующим этапом расчетов является определение коэффициентов регрессии уравнения K_1 , K_2 и K_3 методом наименьших квадратов. Пример расчетов приводится в приложении 6 и 7. Первым начально находим по каждой станции данного планшета разность между широтой, долготой, высотой, датой наступления фазы и их средними значениями. В приложении 6 эти графы с разностями обозначены для простоты дальнейших расчетов буквами a , b , c и d . Буквой a обозначена разность широт ($\varphi - \varphi_0$), буквами b , c , d соответственно разность долгот ($\lambda - \lambda_0$), высот ($H - H_0$) и дат ($B - B_0$). Для составления системы уравнений с тремя неизвестными (K_1 , K_2 и K_3) находим произведение разностей aa , ab , ac , ad , bb , bc , bd , cc , cd , результаты каждой графы авторегрессионным суммарным (последняя строка приложения 6) и составляем систему уравнений (см. там же). Решение производим методом определителей. Все расчеты приводятся в приложении 7.

Используя данные приложения 5 по φ_0 , λ_0 , H_0 , B_0 и коэффициенты регрессии, получаем

$$y = 7,0/V1 + 0,026(\varphi - 116') - 0,002(\lambda - 553') - 0,017(H - 132), (48)$$

где 7,0/V1 — средняя дата наступления фазы колонии озимой ржи; 0,026 — K_1 ; φ — широта станции, для которой рассчитывается y ; 116' — средняя широта по планшету в минутах; 0,002 — K_2 ; λ — долгота станции, для которой рассчитывается y ; 553' — средняя долгота по планшету в минутах; 0,017 — K_3 ; H — высота станции, для которой рассчитывается y ; 132 — средняя высота по планшету.

Средние значения широты и долготы, полученные по планшету, для простоты расчетов отсчитываем в минутах от начала определенных координат в пределах исследуемой территории. Целесообразно за начало координат взять минимальные координаты по территории. В нашем примере для неперипоземной лотосы счет ведется от 55° с. ш. и 30° в. д.; следовательно, из средней по планшету широты 56° 56' (см. табл. приложение 5) вычитаем 55°, получаем 1° 56' или 116'. Эту величину и подставляем в уравнение вместо φ . Таким же образом и из средней долготы по планшету (39° 13') вычитаем 30° в. д., получаем для уравнений λ_0 , равную 553'.

Следующий этап работы заключается в проверке полученного уравнения регрессии по независимому материалу каждой станции планшета. Представим в уравнение соответствующие данные по наступлению фазы. Расчеты приведены в приложении 8.

Сопоставляя фактические даты наступления фазы B_i по станциям с вычисленными по уравнению y_i , определяем разности между ними $\Delta_i' = B_i - y_i$, которые характеризуют соответствие даты, полученной по уравнению, с фактически наблюдаемой. Разности проверим на однородность с помощью критерия Стьюдента, вычисленного по формуле

$$t = \frac{\Delta_i'}{m}, (49)$$

где m — средняя ошибка даты наступления фазы B по станциям. В случае если t меньше 1,96, отклонения вызываются случайными факторами, если t равно 1,96 или больше, отклонения вызываются неслучайными факторами.

Данные станции с этими отклонениями должны быть проанализированы на прочность.

В нашем примере на 18 станций второго планшета только по станции Рыбинск величина t больше 1,96. Отклонение фактической даты от рассчитанной составляет 2,3 дня. Значит, это отклонение неслучайное, оно объясняется влиянием Рыбинского водохранилища.

Решение уравнения с помощью ЭВМ. Для решения уравнения требуется составить программу нахождения линейного уравнения регрессии вида

$$y = B + K_1 \varphi + K_2 \lambda + K_3 H, (50)$$

Подготовка данных для решения уравнения производится по форме приложения 5, т. е. для каждой станции вычисляются географические координаты и средние многолетние даты фазофазы, приведенные к одному периоду лет. Находятся средние значения φ , λ , H , B по формуле

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, (51)$$

и т. д.

Далее по методу наименьших квадратов решаем систему n уравнений линейных алгебраических уравнений с тремя неизвестными $(n \times 3)$. Обозначим через A матрицу коэффициентов системы, через F — вектор столбец свободных членов. Приведение системы к нормальному виду производится операцией $C = A^T A$. Решение полученной системы с матрицей коэффициентов C находим по уравнению $x = C^{-1} A^T F$.

По этому уравнению для каждой станции находим теоретические значения y_i :

$$y_i = K_0 + K_1 x_i + K_2 \lambda_i + K_3 H_i. \tag{52}$$

Далее вычисляем отклонения расчетных дат от фактических значений по каждой станции $(\Delta'_i = y_i - y)$. Находим ошибку уравнения:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y)^2}. \tag{53}$$

В нашем примере для центральнo-неперпоземных областей $s = 1,0$; $R = 0,85$. Данные Δ_i выданные на печать по каждой станции, анализируются на достоверность с помощью критерия Стьюдента по формуле (49).

После проверки уравнение используется для вычисления фенолат по предельным площадям. Для этого перфорируются данные φ, λ, H , найденные для каждой предельной площади, и счет производится по добавочному блоку и программе.

Инструкция

по подготовке исходных данных для основной программы

Исходные данные, программа и константы приближаются на перфоленту. Чистойой материал набивается одним массивом с адресного кода 4000 в порядке φ, λ, H и V , т. е. $\underbrace{4000 \cdot 4000 + (n - 1)}_9$, $\underbrace{1000 - n + 4000 - (2n - 1)}_9$ и т. д.

Каждому варианту чистозого материала приближается константа в ячейке 3000) и 0000 0000 — 8-ричная константа, а в ячейке 3001) — 729 — десятичное число, где n — чисто случаев, которое необходимо превышать 510 ($n \leq 510$).

Занесение чистозого материала на бланке показана в контрольном варианте.

3000 — 0022 0000 3001 — 18	4000 + 0,57 210 000 1 — 0,56 520 000 2 + 0,56 210 000 3 — 0,57 300 000 4 — 0,58 030 000 5 + 0,58 290 000 6 + 0,57 540 000 7 — 0,58 120 000	4050 + 0,59 830 000 1 + 0,10 110 000 2 + 0,59 510 000 3 — 0,59 240 000 4 — 0,58 500 000 5 + 0,59 410 000 6 — 0,58 430 000 7 — 0,58 270 000	4070 + 7,2 1 — 6,8 2 — 10,3 3 — 9,5 4 — 8,3 5 — 10,4 6 — 6,3 7 — 6,8
4010 + 0,57 380 000 1 — 0,57 120 000 2 — 0,56 430 000 3 + 0,56 290 000 4 — 0,56 230 000 5 — 0,56 550 000 6 — 0,55 590 000 7 — 0,55 460 000	4050 — 10,4 1 — 10,3 2 + 1,23 3 — 1,55 4 — 9,6 5 — 100,7 6 + 174,3 7 — 151,5	4070 + 7,8 1 — 7,9 2 + 8,9 3 — 8,9 4 + 8,7 5 — 4,8 6 — 4,2 7 — 3,8	
4020 + 0,55 570 000 1 — 0,56 100 000 2 — 0,57 350 000 3 + 0,57 230 000 4 + 0,57 340 000 5 — 0,58 150 000 6 — 0,58 410 000 7 + 0,59 080 000			

Выводимые результаты

I. Таблица информации (расположение стандартных программ МОЗУ).

II. Средние значения широты, долготы, высоты и даты наступления фазы φ, λ, H, V .

III. Матрица моментов. Она выводится на печать только в случае промежуточного результата при отладке программы. Если нет необходимости в выдаче ее на печать, необходимо включить перед началом работы программу ключ 0001.

IV. Средняя дата фазы по планшету и коэффициенты регрессии K_1 и K_2 выданы на печать в ранжированном виде. Для получения их размерности (минута года) необходимо получить значение коэффициентов K_1 и K_2 разделить на 3138 (1 радиан — 57° 18' или 3438').

V. Выдача вычисленных по уравнению дат наступления фазы y .

VI. Выдача отклонений расчетных дат от фактических значений Δ'_i .

VII. Выдача ошибки уравнения s .
Выводимые результаты по контрольному варианту прилагаются.

Распределение памяти МОЗУ

$$\begin{array}{r}
\div 002\ 105\ 380\ 510 \\
\div 002\ 205\ 120\ 337 \\
\div 002\ 305\ 660\ 513 \\
\div 004\ 107\ 320\ 667 \\
\div 005\ 007\ 760\ 753 \\
\div 002\ 410\ 110\ 777
\end{array}
\qquad
\begin{array}{r}
11. \\
\div 0\ 563\ 623 \dots 00\overline{2} \\
\div 0\ 392\ 330 \dots 00\overline{4} \\
\div 1\ 323\ 414 \dots 03\overline{7} \\
\div 7\ 188\ 888 \dots 01\overline{7}
\end{array}$$

III. Матрица моментов

1 759 905	02	1 0326 800	03	5 668 343	01	γ_1
1 788 817	02			4 914 773	01	γ_2
1 232 280	01			4 829 836	01	γ_7
1 2382 200	07			3 574 234	01	γ_8
1 291 000	03					
1 788 817	02					
1 778 105	02					
1 224 551	02					
1 265 034	04					
1 289 762	03					
1 262 289	02					
1 224 551	02					
1 8476 076	01					
1 625 805	04					
1 828 198	02					
1 382 200	01					
1 365 034	04					
1 2365 034	04					
1 625 034	04					
1 2365 034	04					
1 625 034	04					
1 740 671	05					
1 294 000	03					
1 789 762	03					
1 828 198	02					
1 740 671	05					

Мисловина

по показывающую основную прозрачную

Брод всего цифрового материала производится звуковую от кнопки «Брод цифровой».

1 зона — расстановочная программа.

II 30:12 — «объясня информации».

Итожымы отнечататься шесть стандартных программ (сд. выдату контрольного зарплатта).

III зона ---- программа и составитель

Начальный код цира 0.130K - 725675416075.

IV зона — участки, затронутые с адресного кода 4000 и кода-стандарты в ячейках 3000 и 3001.

Общее значение В СЧАК записи 0130, луск. Рабочий остановился в ячейке 0422. Для просчета следующего варианта ввести следующую зону с числовыми материалами и с новыми константами в ячейках 3000 и 3001.

В ССЗК 0130, Ньюк, остаток 0422 и т. д.

5 698 343	÷	01	Δ ₁
4 014 775	÷	01	Δ ₂
4 820 836	÷	01	Δ ₃
3 574 234	÷	01	Δ ₄
VT.			
4 321 322	÷	01	Δ ₁
2 541 809	÷	00	Δ ₂
6 948 836	÷	00	Δ ₃
1 108 222	÷	01	Δ ₄
1 739 100	÷	01	Δ ₅
1 271 926	÷	00	Δ ₆
4 731 914	÷	00	Δ ₇
9 356 176	÷	01	Δ ₈
9 572 140	÷	00	Δ ₉
2 203 170	÷	00	Δ ₁₀
4 534 926	÷	00	Δ ₁₁
9 630 978	÷	00	Δ ₁₂
9 007 808	÷	00	Δ ₁₃
5 701 983	÷	00	Δ ₁₄
3 165 602	÷	01	Δ ₁₅
1 147 729	÷	00	Δ ₁₆
6 298 308	÷	00	Δ ₁₇
2 257 656	÷	00	Δ ₁₈
VII.			
7 021 193	÷	00	Δ ₁

0001—0005—индексные ячейки,

0101 0104 ячейки под Φ, λ, H, B ,

0105—0127 свободные ячейки,

0130 0422 рабочая часть программы,

0132 0137 выход программы и констант на печать,

0440 0167 константы программы,

0470 0505—сформированные константы,

0510 1011 стандартные программы,

1012 1016 рабочие ячейки для ЛТ 0041,

1060—2060 для $\bar{y}$ (расчетных),

3000—3001 константы исходных данных,

3002—7777 система установившихся уравнений,

неуказанные ячейки свободны.

программа решения уравнения регрессии «Зависимость даты наступления фенофаз от широты, долготы и высоты места» на ЭВМ Минск-2

Расчетно-операционная программа

Таблица информации

00001 47 00 00000 00000
2—45 00 00003 00004
3 30 00 00001 00000

Рабочая программа

0100 00 21 00000 0510
1 00 22 00000 00000
2 00 23 00000 00000
3 00 41 00000 00000
4 00 30 00000 00000
5 00 24 00000 00000
6 00 00 00000 00000

0130	11 00 3000 3000	0160			0210				
1	23 00 0410 0000	3—	31 00 0753 0017		5—	30 00 0216 0347			
2	12 00 0441 0470	4	00 00 0000 0000		6	11 00 0473 0452			
3	65 00 0413 0000	5	10 00 0442 0004		7—	30 00 0220 0351			
4	30 00 0135 0471	6	20 05 0162 0470		0220	11 00 0403 0453			
5	11 00 0471 0471	7	21 00 0440 3000		1—	30 00 0222 0372			
6	30 00 0137 0472				2	00 00 0000 0000			
7	65 00 0443 0472	0170—	30 00 0171 0474		3	00 00 0000 0000			
		1	12 00 0441 0475		4	24 00 0101 0101			
0140—	30 00 0141 0474	2	21 00 0440 3000		5	24 00 0102 0102			
1	21 00 0472 0130	3	12 00 0442 0476		6	24 00 0103 0103			
2	30 00 0143 0162	4	21 00 0141 0171		7	24 00 0104 0104			
3	21 00 0173 0152	5	30 00 0176 0500						
4	30 00 0145 0161	6	11 00 0176 0141		0230	10 00 0454 0002			
5	00 00 0000 0000	7—	30 00 0200 0501		1—	10 00 0475 0001			
6—	10 00 0470 0003				2	14 01 3777 0101			
7	10 00 0142 0001	0200	65 00 0443 0474		3—	20 01 0232 0475			
		1—	30 00 0202 0502		4	10 00 0175 0001			
0150	10 05 3777 0030	2	11 00 0473 0502		5	10 00 0442 0001			
1	31 00 0537 0017	3—	30 00 0204 0503		6	20 02 0232 0154			
2	10 01 0024 3777	4	11 00 0471 0502		7	41 00 3001 0101			
3	10 00 0142 0004	5—	30 00 0206 0504						
4—	20 05 0140 0170	6	21 00 0502 0447		0240	44 00 3001 0102			
5	10 00 3001 0010	7	30 00 0210 0505		1	44 00 3001 0103			
6	31 00 0753 0017				2	44 00 3001 0104			
7—	10 00 0041 3001	0210	11 00 0302 0143		3—	10 00 0456 0005			
		1	30 00 0212 0256		4	10 05 0100 0010			
0160	10 00 0470 0005	2	21 00 0504 0450		5—	31 00 0613 0017			
1	10 00 0442 0004	3	30 00 0214 0271		6—	60 00 0100 0011			
2	05 00 0000 0000	4—	11 00 0302 0151		7	20 05 0244 0456			

0250	10 00 0136 0005	0330	20 01 0335 0155	0410	20 01 0109 0501
1	10 05 0102 0010	1	10 50 0164 0002	1	41 00 0001 0100
2	31 00 0510 0017	2	10 00 0465 0001	2	10 00 0100 0010
3	60 00 0100 0011	3	20 03 0324 0161	3	31 00 0777 0017
4	20 05 0231 0436	4	10 00 0463 0005	4	10 00 0011 0010
5	10 00 0475 0001	5	10 05 1044 0010	5	31 00 0510 0017
6	00 00 0000 0000	6	31 00 0510 0017	6	60 00 0280 0015
7	20 01 0255 0476	7	50 00 0100 0041	7	60 00 3100 0000

Расширенная программа
0001 — 17 00 0000 0000
2 — 15 00 0003 0004
3 — 20 00 0001 0000

Таблица информации
1 0000 0000 0000 0000
2 0000 0000 0000 0000
3 00

Программа

0250	50 00 3100 0000	0330	20 05 0335 0163	0430	60 00 3100 0000
1	60 00 3100 0000	1	60 00 3100 0000	1	60 00 3100 0000
2	10 00 0160 0001	2	60 00 3100 0000	2	00 00 0000 0000
3	24 01 1020 1020	3	10 00 0776 0005	3	10 00 0463 0005
4	20 01 0263 0460	4	24 00 0100 0100	4	60 05 1100 0127
5	10 00 0161 0004	5	35 01 1046 0777	5	20 01 0424 0163
6	10 00 0155 0000	6	16 00 0100 0100	6	60 00 3100 0000
7	10 00 0001 0003	7	00 00 0000 0000	7	60 00 3100 0000

0270	10 00 0161 0001	0350	16 00 0100 0100	0430	10 00 0107 0001
1	00 00 0000 0000	1	00 00 0000 0000	1	60 01 1100 0437
2	16 03 1020 1020	2	16 00 0100 0100	2	20 01 0431 0437
3	20 02 0231 0501	3	14 00 1045 0100	3	50 00 3100 0000
4	10 00 0476 0002	4	10 01 0100 1007	4	60 00 3100 0000
5	20 00 0330 0002	5	20 01 0334 0176	5	00 00 0000 0000
6	10 00 0155 0003	6	35 00 0002 0357	6	00 00 0000 0000
7	20 01 0271 0401	7	10 00 0476 0004	7	00 00 0000 0000

0300	10 00 0171 0271	0370	16 05 1057 0010	0410	00 01 0000 0000
1	71 00 0162 0271	1	41 00 0510 0017	1	00 00 0001 0000
2	12 00 0105 0271	2	60 00 0400 0011	2	00 00 0000 0001
3	20 04 0267 0161	3	20 05 0360 0175	3	00 00 0000 0114
4	00 00 0000 0000	4	60 00 3100 0000	4	00 00 0000 0011
5	00 00 0000 0000	5	60 00 3100 0000	5	00 30 0001 0000
6	35 00 0001 0316	6	60 00 3100 0000	6	10 01 0167 3777
7	10 00 0163 0005	7	24 00 0100 0100	7	00 00 0000 3777

0310	10 05 1020 0010	0370	10 00 0501 0005	0430	35 02 3777 3777
1	31 00 0510 0017	1	10 00 0112 0004	1	35 01 1047 3777
2	60 00 0100 0021	2	00 00 0000 0000	2	35 01 1050 3777
3	20 05 0310 0155	3	30 01 0374 1057	3	25 01 1057 3777
4	60 00 3100 0000	4	30 00 0375 0010	4	00 03 0000 0000
5	00 00 3100 0000	5	31 00 0510 0017	5	00 00 0001 0001
6	31 00 0637 0017	6	60 00 0400 0011	6	00 01 0001 0000
7	00 01 1012 1021	7	10 00 0122 0004	7	40 00 0000 0001

0320	10 00 0415 0004	0400	20 05 0372 0301	0450	00 30 0001 0001
1	10 00 0161 0003	1	50 00 3100 0000	1	00 04 0000 0000
2	10 00 0164 0002	2	60 00 3100 0000	2	77 77 7777 0000
3	10 00 0165 0001	3	60 00 3100 0000	3	00 04 0001 0000
4	10 02 1013 0100	4	24 00 0100 0100	4	00 04 0000 0000
5	44 01 0100 1020	5	10 00 0501 0001	5	00 04 0000 0001
6	11 01 1020 1020	6	35 01 1057 1057	6	02 70 0000 0001
7	10 00 0155 0004	7	16 00 0100 0100	7	00 26 0000 0001

0106	15 00 0000 0007	1	21 00 0221 0150	5	15 00 0100 0100
0107	50 00 0000 0003	7	30 00 0140 0157	6	60 00 0000 0000
0110	10 00 0211 0001			7	16 00 0100 0100
1	10 00 0207 0001	0140	11 00 0222 0212	7	
2	10 00 0363 0050	1	60 00 0112 0166	0110	00 00 0000 0000
3	31 00 0230 0017	2	11 00 0223 0213	1	16 00 0100 0100
4	10 01 0041 0353	3	30 00 0144 0170	2	14 00 0304 0160
5	10 00 0207 0004	4	10 00 0221 0005	3	10 00 0100 0010
6	20 05 0112 0211	5	10 00 0207 0001	4	31 00 0310 0017
7	00 00 0000 0000	6	10 05 0367 0010	5	60 00 0400 0041
0120	21 00 0301 0363	7	31 00 0264 0017	6	20 01 0163 0230
1	30 00 0122 0220	010	10 01 0041 0357	7	50 00 3100 0000
2	10 00 0206 0220	1	10 00 0207 0004	0200	60 00 3100 0000
3	11 00 0363 0363	2	20 05 0146 0221	1	60 00 3100 0000
4	23 00 0204 0000	3	10 00 0220 0005	2	20 07 0107 0000
5	12 00 0206 0221	4	10 00 0207 0001	3	00 00 0300 0000
6	65 00 0210 0363	5	00 00 0000 0000	4	00 01 0000 0000
7	30 00 0130 0222	6	31 00 0230 0017	5	00 00 0001 0000
0130	11 00 0222 0222	7	00 00 0000 0000	6	00 00 0000 0001
1	30 00 0132 0223	0110	10 00 0207 0001	7	00 00 0000 0114
2	05 00 0210 0223	1	20 05 0150 0220	0210	00 03 0001 0000
3	30 00 0134 0221	2	10 00 0220 0001	1	35 01 0367 0365
4	21 00 0223 0155	3	10 00 0000 0100	2	35 01 0367 0367
5	30 00 0135 0155	4	31 01 0367 0365	3	00 00 0000 0000
				4	00 00 0000 0000

Выходные результаты по основной программе

0006 0002 500 200
0002 2003 070 254
0002 103 060 310

Фенодаты по предельным значениям

1	104 928	02	7 549 919	01	7 344 487	01
2	1 051 065	02	7 117 510	01	7 033 680	01
3	1 021 266	02	8 220 427	01	6 225 871	01
4	9 351 419	01	7 858 157	01	6 930 347	01
5	9 351 419	01	7 123 128	01	5 202 200	01
6	8 590 053	01	7 742 483	01		
7	9 091 467	01				

0001 0005 — индексные ячейки,
0110—0212 — программа, константы,
0213 —0217 — свободные ячейки,
0220—0227 — сформированные константы,
0230—0356 — стартовые программы,
0357 0362 — свободные ячейки,
0363 — константа и 0000 0000
0364Kc }
0365K1 }
0366K2 } — коэффициенты уравнения
0.367K3
0370—7777 — чистотой материал

Инструкция по получиванию добавочным блоком программы

- I. Ввод I зоны — расчетно-очная программа.
- II. Ввод II зоны — таблицы информации.
Должны отпечататься три стандартные программы (см. контрольный вариант).
- III. Ввод III зоны — программа.
На «Наборе кода» набрать n — 18 0000 0000 (число вариантов без 1) для выдачи на узкую печать всех вариантов счета

K 2156 306 652 653

IV. Ввод итогового материала. В СЗ/АК 0106 —пуск Рабочий останов 0203.

Контрольный вариант добавочного блока программы			
0303	0021 0000 0000	0410	056 200 000
1	1.0 139 100	1 + 057	300 000
5	115 205 200	2 — 039	300 000
6	232 525 600	3 — 040	300 000
7	003 573 600	4 + 037	300 000
0370	058 200 000	5 + 038	300 000
1	038 200 000	6 — 030	300 000
2	058 200 000	7 + 040	300 000
3	057 300 000	0:120	037 300 000
4	057 400 000	1 + 035	300 000
5	057 400 000	2 — 030	300 000
6	057 100 000	3 — 040	000 000
7	057 000 000	4 + 037	300 000
0:000	057 000 000	5 + 038	300 000
1	057 000 000	6 — 030	300 000
2	057 000 000	7 + 040	300 000
3	056 200 000	0:10	037 300 000
4	056 200 000	1 + 035	300 000
5	056 200 000	2 — 030	300 000
6	056 200 000	3 — 040	000 000
7	056 200 000	4 + 037	300 000

Для картирования используются гипсометрические карты масштаба 1:2500 000. На такой карте вся территория, по которой будет произведено картирование, делится на предельные площади. При картировании в указанном масштабе рекомендуемая предельная площадь 40' по широте и 1' по долготы. Для территорий с очень изрезанным рельефом и большими значениями широтных и высотных пределентов (K₁ и K₂) предельные площади могут охватывать 20' широты и 30' долготы. С уменьшением размеров предельной площади точность карты увеличивается. Для каждой предельной площади вычисляется средняя высота над уровнем моря (з горных местностях учитывается только та часть площади, где возможно возведение культуры). Для вычисления средней высоты предельной площади необходимо на прозрачную бумагу заготовить сетку квадратов 5X5 мм и, совмещая данную сетку с предельной площадью, подсчитать количество квадратов, занимаемых той или иной гипсометрической окраской. Например, 6 квадратов занимает гипсометрическая окраска с высотой 200 м, 6 квадратов с высотой 150 м и 19 квадратов с высотой 100 м. Число квадратов умножается соответственно на высоту и результат суммируется. Разделив полученную сумму на общее число квадратов по предельной площади, получим среднюю высоту по предельной площади.

Пример.

5 • 200 1000
6 • 150 900
19 • 100 — 1900
30 3800

3800 : 30 = 127 м, H_{ср} = 127 м.

За среднюю широту и среднюю долготу предельной площади берется широта и долгота центра площади.

Расчетные данные для предельных площадей координаты записываются в приложении 9. Эти координаты используются для расчета дат наступления фенофаз для предельных площадей по методу и ЭВМ. Пример фенофаз с помощью простых счетных машин приведен в том же приложении 9.

Расчетные данные по уравнению тем или иным способом даты накладываются на карту в центр предельных площадей. Следует учесть, что в даты, расчетные данные для предельных площадей, необходимо внести поправки при значительных отклонениях расчетных дат от фактических. В качестве примера из-за влияния Рыбинского водохранилища отклонение фактической даты от расчетной на станции Рыбинск равно 2,5 дня. Это и будет поправка на территориально, находящуюся под влиянием Рыбинского водохранилища.

При анализе установлено, что влияние Рыбинского водохранилища распространяется только на часть предельной площади, куда

выходит станция Рыбное (взвешив закрытых водоемов распределены на 5-10 км). Но так как большую часть этой предельной площади занимает само водохранилище, то фенодата для этой предельной площади не рассчитываются, а при проложении изофены приравниваются фактически к дате *B* на станции Рыбное.

Если наблюдаются отклонения расчетных дат от фактических из-за различия почвенных разностей, то поправка вводится во все предельные площади, на которые распространяется данная почвенная разность, причем изолинии проводятся по контуру границ этой почвенной разности. Если отклонения обусловлены влиянием моря, то поправка вводится в предельные площади, расположенные по побережью.

Изофены проводятся по датам предельных площадей с учетом рельефа внутри предельной площади, так как фенодаты по предельным площадям рассчитаны для средней высоты. Для других высот внутри предельной площади учитывается высотный градиент K_z , который получен при решении уравнения для площади. В наших расчетах высотный градиент равен 2 дм на 100 м, т. е. с поднятием на 100 м дата запаздывает на 2 дня. С учетом этого градиента изофены проводятся следующим образом. Например, мы установили необходимость проведения по территории изофены, соответствующей 6/VI, а для предельной площади расчетная фенодата приходится на 7/VI. Средняя высота этой предельной площади равна 200 м. Учитывая высотный градиент, изофену 6/VI нужно провести по высоте около 150 м. Допускаемая погрешность при учете высоты ± 20 м.

Интервал между изофенами на равнинной территории должен быть не менее двух дней, а при изрезанном рельефе — не менее четырех дней. Пример построения карты дан на рис. 52.

Картирование производится только по основной и наиболее точно отмеченной фазе (для озимых — колошение, для яровых — цветение и т. д.). Для остальных фаз строятся графики связи дат их наступления с датой картируемой фазы. Графики строятся по фактическим средним многолетним данным наблюдений станций, вычисленным за промежуток ряд лет (но не менее 7 лет). Перед построением графиков для каждой станции вычисляется средний межфазный период между датами картируемой фазы и фазы, для которой строится график зависимости. По полученным данным вычисляется среднее квадратическое отклонение [формула (47)] и доверительные пределы, которые разны среднему межфазному периоду по территории $\pm \sigma$. Станции с значительной межфазного периода больше или менее указанного предела для построения графика не используются.

Принцип построения графиков следующий. На оси абсцисс откладываются даты колошения, а на оси ординат — даты наступления какой-либо фазы (рис. 53), после этого находится уравнение, по которому на графике проводится прямая регрессии (расчет коэффициента корреляции и уравнения прямой дается в приложении 10). Затем по средней многолетней дате колошения, приведенной

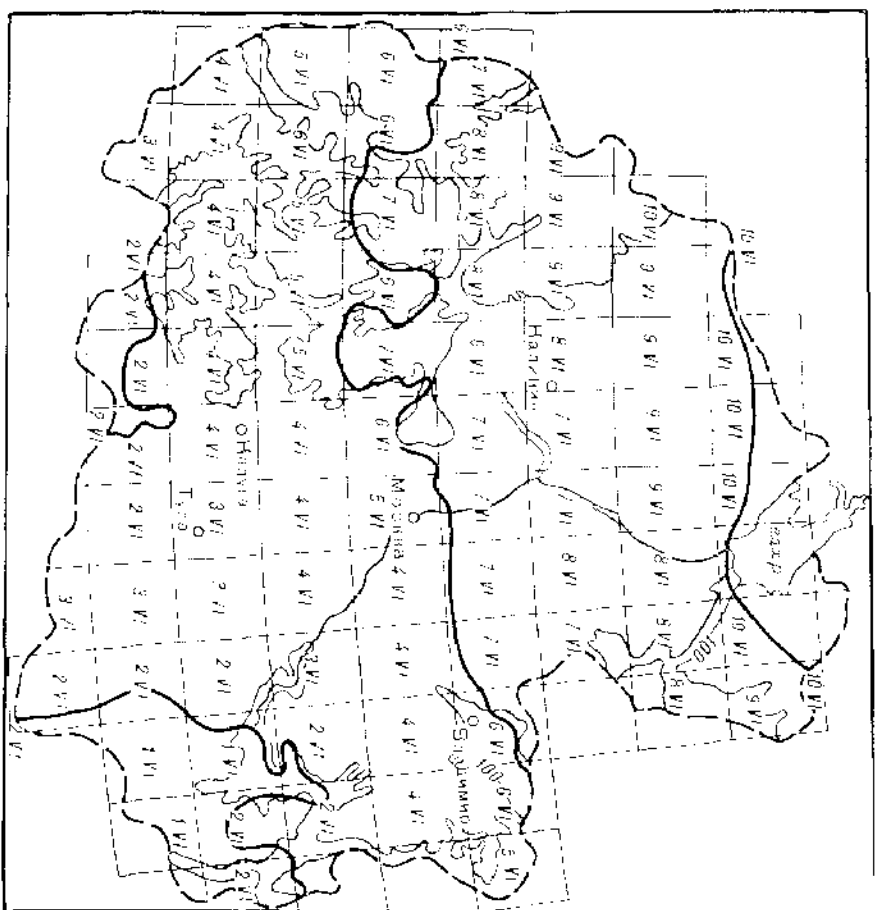


Рис. 52. Карта для расчета дат колнения озимой пшеницы

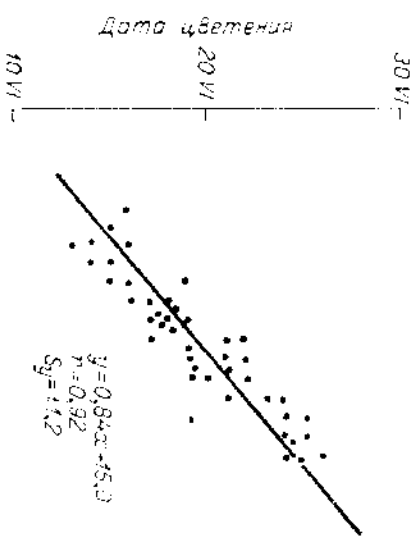


Рис. 53. Зависимость наступления даты фазы цветения озимой пшеницы от даты колошения

к одному периоду, снимается дата наступления той-ой другой фазы. Для этого на оси абсцисс откладывается дата колошения, от нее последовательно перпендикуляр до пересечения с прямой, от этой точки проводится прямая до пересечения с осью ординат и определяется соответствующая фенодата.

При достаточном тесных связях между указанными датами такие графики (в случае необходимости) могут быть использованы для построения карт по свободной фенодате для этой культуры. В этом случае за нулевую дату (для снятия с графика нулевой фено-даты) принимается дата колошения, рассчитанная для нулевых точек.

Графики могут быть помещены в отдель-е к карте колошения или другой картируемой фазы.

В. ОСОБЕННОСТИ ФЕНОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ ЯРОВЫХ КУЛЬТУР И ОСНОВНЫХ ФАЗ РАЗВИТИЯ ОЗИМЫХ (ОТ ПОСЕВА ДО ПЕРЕКРАЩЕНИЯ ВЕТЛИМЫ)

Даты наступления фаз развития озимых культур в осенний период и яровых в течение всей вегетации в значительной степени зависят от сроков сева. В связи с тем что сроки сева часто обуславливаются хозяйственными причинами, они в большинстве случаев не являются оптимальными. Значительные различия в сроках сева даже на близкорасположенных станциях искажают естественный ход развития сельскохозяйственной культуры со территории. Поэтому при составлении фенокарты для какой-либо яровой культуры необходимо фактически данные по картируемой фазе привести к одному сроку сева.

Существует три способа, посредством которых наступление той или иной фазы развития можно привести к одному сроку сева:

- 1) использование только тех наблюдений, для которых срок сева близок к оптимальному;

- 2) использование наблюдений при посеве в срок, определяемый моментом сезонного развития природы: началом зеленения березы, зацветания черемухи, послезеления почвы и т. д.;

- 3) использование наблюдений при посеве в определенные календарные сроки.

Применив первый способ, мы уменьшаем количество материала и тем самым понизим точность карты. При втором способе не всегда может быть обеспечен нужный набор фенологических фаз той или иной территории. Поэтому в связи с организационно-фенологическим материалом наиболее целесообразно обработать вести третьим способом, т. е. привести весь имеющийся материал к единым календарным срокам и строить карты для нескольких сроков сева. Затем от серии карт по календарным срокам надо перейти к по-

Пол графиками культуры можно является все однолетние культуры — яровая пшеница, ячмень, кукуруза, просо, гречиха, картофель, сахарная свекла и др.

строению одной карты для среднего многолетнего оптимального срока сева по территории.

Обработка имеющегося материала по фенологии яровых культур для картирования создается в следующем:

Данную методику для картирования яровых культур рассмотрим на примере составления карты цветения раннеспелых сортов картофеля по территории Северного УТМС.

1. Весь фенологический материал по картофелю разбивается на отдельные группы по скороспелости (раннеспелые, среднеспелые и позднеспелые сорта). Если фактических данных по сортам одной скороспелости очень мало, то необходимо привести сорта к одной скороспелости. Для приведения используются данные госсортоучастков, строится графики связи фенодат различных по скороспелости сортов за один и те же годы. Затем по графику восстанавливаются соответствующие даты для станций. В таблицу (приложение 11) по всем станциям и за все годы (включая станции с на-блюдениями в течение одного года) выписываются для определенной группы сортов (в нашем примере для раннеспелых сортов) даты посадки и даты картируемой фазы (цветения). В этой же таблице выписываются межфазные периоды: посадки и цветения за каждый год, средние многолетние дата посадки и цветения за имеющийся ряд наблюдений по каждой станции и средний много-летний межфазный период посадки — цветения. Последний рассчиты-вается путем суммирования межфазных периодов по годам и деления суммы на число лет наблюдений.

2. Так как станции имеют материал за разные периоды лет, точность среднего межфазного интервала посадки — цветения различна. Для оценки точности интервала посадки цветения, вычис-ленного для каждой станции, определяется среднее квадратическое отклонение σ [формула (47)] и значения средней ошибки m [формула (46)]. Пример расчета среднего квадратического отклонения дан в приложении 12.

Данные станции с близкими значениями среднего квадратического отклонения (разность между средней величиной σ по стан-циям не должна превышать ± 2 дней) используются для дальней-шей обработки.

3. Все станции распределяются по средним многолетним сро-кам сева на отдельные группы по декадам, а если материала до-статочно, то по декадам, по форме приложения 13. Группировку по срокам сева необходимо производить таким образом, чтобы каждая группа содержала примерно одинаковое число станций. Например, станции Северного УТМС разбиты по средним много-летним срокам сева на группы: 25 29/V, 30/V 3/VI, 4—8/VI и 9 13/VI и для каждой группы станций рассчитан средний много-летний интервал посадки — цветения и средняя многолетняя дата посева (посадки).

4. По средним многолетним датам посева (посадки) и межфазного интервала посадки—цветение отдельных групп станций строим график фазовизости указанного интервала от сроков сева (рис. 54).

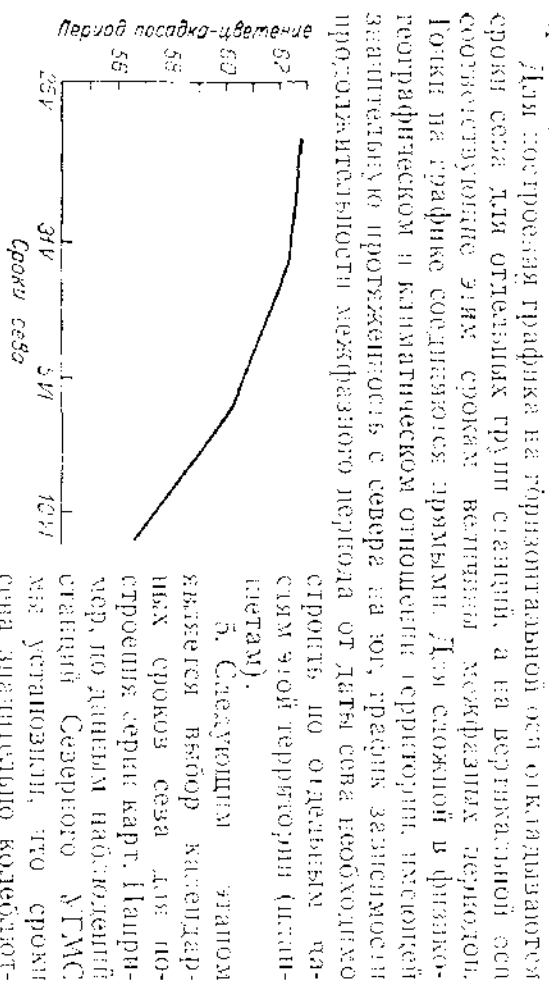


Рис. 54. Период цветения по фазовизости периода посадки—цветения различных сроков кар-тофеля от даты посева.

строения карт. При этом возможны различные доходы. Во-первых, можно воспользоваться выводами научно-исследовательских учреждений. Во-вторых, можно установить оптимальные сроки сева по агроклиматическим показателям. В частности, в справочниках «Агроклиматические ресурсы области» имеется таблица «Агроклиматические условия периода посев — всходы при разных сроках посадки», данные которой могут быть использованы при определении оптимальных сроков сева.

В-третьих, можно пользоваться фактическими средними многолетними сроками сева по станциям и посортучасткам.

В нашем примере мы установили, что оптимальные средние многолетние сроки сева для Архангельской области на севере 5.VI, в центральной части и на юге I.VI. Таким образом, можно заключить, что для данной территории целесообразно построение двух карт цветения картофеля — I и 5.VI.

6. При построении карты цветения картофеля для того или иного календарного срока сева необходимо найти поправку к межфазному периоду. Поправка находится по графику (рис. 54). На оси сроков сева откладывается дата календарного срока сева, выбранный для построения карты. Из этой точки восстанавливается перпендикуляр до пересечения с кривой. От точки пересечения проводится прямая до оси ординат (межфазный интервал) и находится величина интервала при посеве в этот срок. Затем таким же обра-

зом находят величину межфазного интервала по фактической средней многолетней дате сева. Разность между найденными интервалами составляет поправку. Поправка вычитается из фактической величины межфазного интервала, если календарный срок сева позже фактического, и прибавляется, если календарный срок раньше фактического.

Расчеты записываются в форме приведенной 14.

Пример. Для станции Верхняя Тойма фактический средний срок посадки картофеля приходится на 4.8.VI. Соответственно продолжительность интервала посадки — цветение составляет 57,5 дня. Для календарного срока сева I.VI продолжительность интервала составит по графику 62,5 дня, а для фактического срока 4.8.VI 60,8 дня. Следовательно, поправка равна 1,7 дня (62,5 — 60,8). Поправка будет иметь положительный знак, так как фактический срок сева позднее календарного. Полученную поправку прибавим к величине межфазного периода посадки — цветения для данной станции (57,5 + 1,7 = 59,3). По неравномерному межфазному периоду рассчитываем дату цветения. В нашем примере к календарному сроку I.VI прибавим 59,3 дня и найдем, что дата цветения приходится на 30.3.VII.

7. Бывает необходимо найти поправку на сорт: в случае, если в один год на станции наблюдения проводились за одним сортом, а в другие — за другим. Для этого до всех станций и за все годы наблюдений по каждому сорту отдельно выписываются фактические даты сева, даты цветения, интервал посев—цветение и число «ступеней наблюдений за данным сортом». Затем для каждого сорта подсчитывается средний дата сева, средний дата цветения и средний продолжительность интервала посев—цветение.

Пример. На станциях данной территории в разные годы выписывались за раннеспелыми сортами картофеля Пинккульский, Фаленский и Ранняя роза. Величина среднего межфазного периода посадки — цветения вычисленного по всему имеющемуся материалу для сорта Пинккульский оказалась равной 58 дням, Фаленский — 64 дням и Ранняя роза — 57 дням.

Карта даты цветения картофеля строится для преобладающего сорта, в нашем примере для Пинккульского. Так как разница в значениях среднего межфазного периода посадки — цветения сортов Пинккульский и Ранняя роза один день, то средний межфазный период для этих сортов можно объединить. Он составляет 57,5 дня ($\frac{58 + 57}{2} = 57,5$) и принимается за эталон межфазного периода посадки — цветения для данной карты. По этому эталону рассчитывается поправка для других сортов. Например, если на станции в течение 10 лет проводились наблюдения за Пинккульским, а в течение 8 лет — за Фаленским, то поправка находится следующим образом:

$$\frac{(58 - 57,5) \cdot 10 + (64 - 57,5) \cdot 8}{18} = \frac{5 + 52}{18} = +3,2 \text{ дня.}$$

Эта поправка вычисляется из среднего многолетнего межфазного периода за все годы наблюдений данной станции. В нашем случае фактический межфазный период посадки — цветение за 18 лет составляет 66 дней, с поправкой он будет равен 62,8 дня (66 : 3,2).

8. Дата цветения картофеля вычисляется от самого раннего ме-
сца по почасовым интервалам с звездными поправками. Дате-
ные записываются в таблицу (приложение 14). Полученные даты

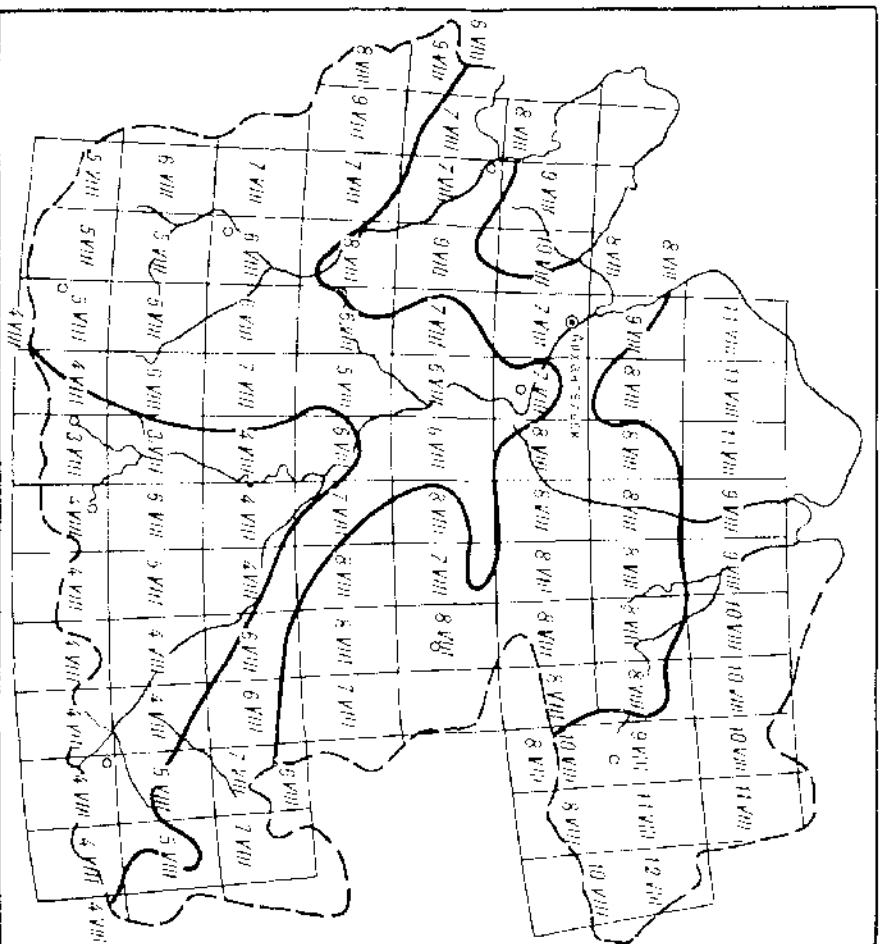


Рис. 55. Карта шестого ранневесеннего сорта картофеля при посеве 5/VI.

переносится на карту и анализируются на соответствие этих дат физико-географическим условиям станции. Материалы станций, данные которых не отображают физико-географических особенностей этих станций, проверяются дополнительно. Далее, все даты, имеющие ряд наблюдений не менее семи лет, аналогично средним многолетним датам В для озимых культур, используются для на-
хождения уравнений связи фенологии с широтой, долготой и высо-
той для всей территории или ее отдельных частей.

Методика нахождения уравнения и проверка на достоверность те же, что и для озимых культур. Но построение карт имеет свою

особенность, которая заключается в том, что карта фенолог. соот-
ветствующая средним многолетним оптимальным срокам сева, со-
ставляются на основе серии карт для календарных сроков.

На рис. 55 и 56 дан пример построения карт цветения карто-
феля для территории Армянской области по календарным сро-
кам посадки 1 и 5/VI. С этих карт изофены, соответствующие опти-
мальным срокам посадки, переносятся на сводную карту. Напри-

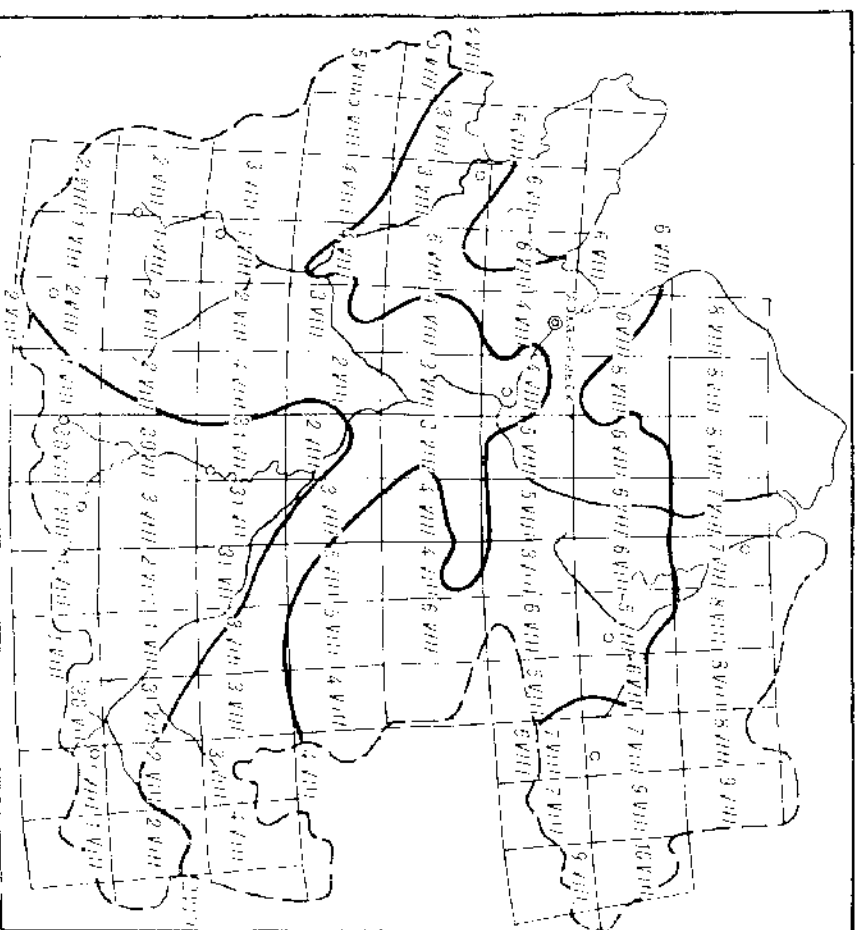


Рис. 56. Карта шестого ранневесеннего сорта картофеля при посеве 1/VI.

мер, на севере территории оптимальные сроки посадки картофеля
приходится на 5/VI, соответствующая этому сроку изофена отно-
сится к 8/VIII (рис. 55). Эта изофена переносится на сводную
карту (рис. 57). В центральной и южной частях области оптималь-
ные сроки посадки картофеля приходятся на 1/VI, соответствую-
щие этому сроку изофены цветения картофеля 2 и 4/VIII пере-
носятся с рис. 56 на сводную карту (рис. 57). Проведение к одному
сроку сева осенних фаз развития озимых делается так же, как
и для яровых культур, но поправка на календарную дату посева
вводится с обратным знаком, так как осенью к концу вегетации

наблюдается понижение температуры. За основное фазу в осенней период развития озимых принимается фаза 3-го листа, отмечаемая наиболее точно. Для остальных осенних фаз развития озимых строятся графиче-ские связи с основной кривой фазой. Для построения графиче-ских связей, вычислены коэффициенты корреляции и уравнений регрессии используются фактиче-ские средние многолетние даты.

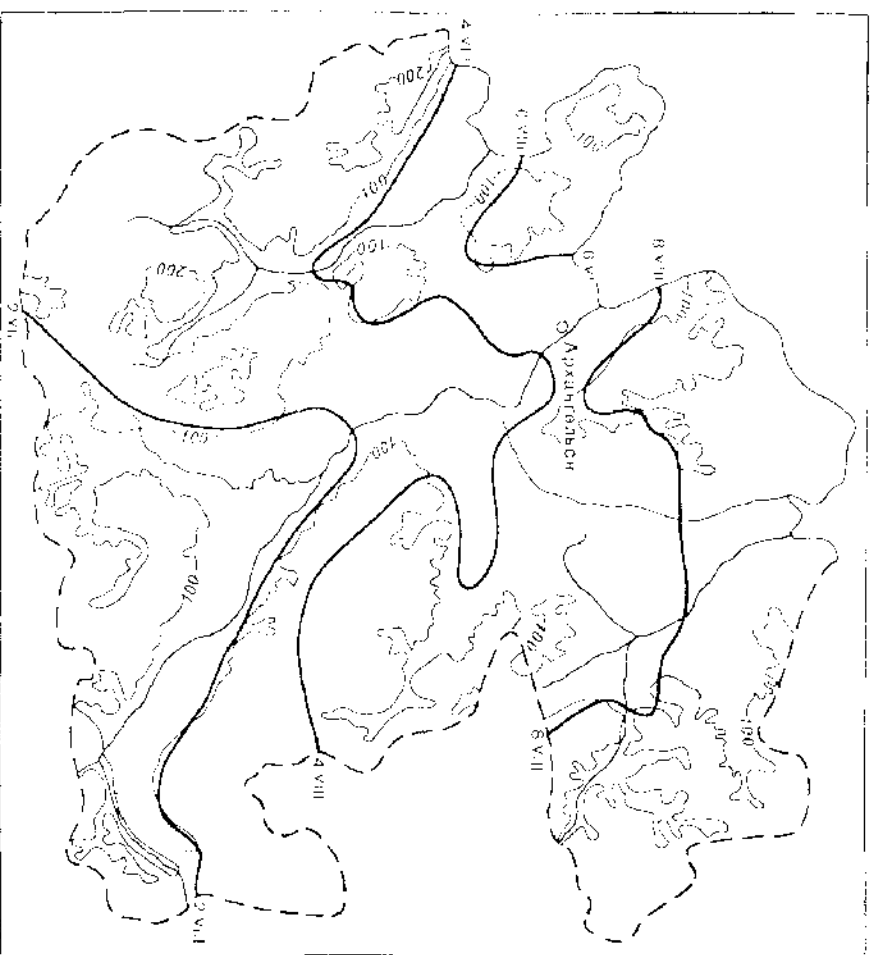


Рис. 57. Карта местности в районе Архангельска, иллюстрирующая метод картографии при исследовании картофеля.

Предлагаемый методика аналитического способа фенологического картографирования может быть широко применена в агрономических исследованиях различного рода по всем сельскохозяйственным культурам.

4.4. Особенности методики фенологического картографирования в горных условиях

Принципиальные положения методики фенологического картографирования в горных районах изложены в работах [50, 72 и др.].

Обработка первичного фенологического материала производится в соответствии с «Руководством по контролю и обработке наблюдений над фазами развития сельскохозяйственных культур» [79]. При анализе определяются пределы средних суточных температур, а также сумм эффективных и активных температур, необходимых для наступления определенной фазы развития растений.

Даты наступления фаз в горных условиях рекомендуются рассчитывать по отдельным годам, а затем их осреднять [72]. Таким образом, в расчетных датах уже учтено влияние теплых и холодных зим и засух, на которые растения четко реагируют. При расчете фенологического учета также и местоположение наблюдательных участков. Так, в условиях теплых долин, в дни нагретых склонов или ранних весенних оттепелей некоторые зимующие растения начинают слабо зацветать за счет высоких дневных температур. Поэтому в южных районах нежелательно с помощью температурных показателей определять начало цветения таких рано пробуждающихся плодовых, как яблони, миндаль, абрикос и др. Начало первых весенних фаз развития этих растений целесообразно отмечать по фактическим наблюдениям.

В предгорных и горных районах с более устойчивыми зимами показатели средних многолетних дат с помощью температурных показателей дают удовлетворительные результаты, особенно для культур, слабо реагирующих на проволочные оттепели.

По выведенным температурным уравнениям или суммам температур можно рассчитать даты наступления фаз.

Возможны и другие методы расчета. Ш. И. Перивалов [109] для территории Закавказья получил следующие зависимости для расчета дат наступления фаз:

$$D = 1/IV + (57 - n), \quad (54)$$

где D — дата разветвления первых листьев шелковицы, n — число дней от 1/X до перехода средней суточной температуры воздуха через 10° .

Средние сроки цветения плодовых культур определены Ш. И. Перивалов на основе выведенной связи между средней температурой марта и началом цветения:

$$D = 20/IV + 3,33(5 - t), \quad (55)$$

для яблони

$$D = 20/IV + 4(6 - t), \quad (56)$$

где D — средняя дата начала цветения, t — средняя месячная температура марта.

Средние сроки цветения и созревания плодовых по [109] хорошо согласуются с датами перехода температур выше определенных пределов. Например, цветение персика приходится на 30-й день, абрикоса на 27-й день после перехода температуры через 5° . Созревание абрикоса в среднем имеет место на 57-й день, черешни — на

45-й день, стигли позднеспелых сортов на 94-й день после пере-
хода температуры через 15°.

Периоды указывают также на хорошую зависимость между та-
кими переходами температуры через определенные пределы и началом
основных фаз развития других сельскохозяйственных культур на
данных и других территориях. Например, цветение винограда в За-
кавказье в среднем имеет место на 30-й день, на Северном Кав-
казе на 32-й день, в республиках Средней Азии на 37—38-й день

после перехода температуры воздуха че-
рез 15° и др. Имеет значение не только
климатические особенности конкретной
района, но и биологические культур.

Расчетные даты, полученные тем или
иным методом, сопоставляемое с факти-
ческими наблюдением данными по от-
дельным пунктам. Если различия фактиче-
ских и расчетных дат не превышает двух
дней, метод считается пригодным для
дальнейших расчетов.

В процессе составления карты весь
материал, фактический и расчетный, на-
носится на рабочую основу, в качестве
которой желательно использовать круп-
номасштабную карту с хорошей топо-
метрией. На карте выделяются районы
с более или менее однородным характе-
ром материала и устанавливаются раз-
ности в фенологических режимах этих
районов, а также причины, обусловли-
вающие их.

Последующий этап работы — графе-
тический анализ. В горных районах веду-
щим фактором, определяющим скорость
развития растений, является абсолютная
высота. Строится корреляционная пре-
фикс зависимости сроков наступления
фаз развития от высоты, но обязательно
с учетом элементов рельефа горной си-
стемы. Исследования ряда авторов [22,
71, 72, 119] выявляют своеобразные фито-

фенологические режимы в зависимости от различных элементов
рельефа. Например, на две широких линейнообразных дугах мери-
дионального направления со слабым продольным уклоном, где
в течение часа наблюдается некоторый застой холодного воздуха,
ранней весной развитие растений в U-образных долинах такого же
сравнению с развитием растений в U-образных долинах такого же
направлении. Но по сравнению с горными котловинами в этих доли-
нах растения развиваются на 3—4 дня раньше. На горных плато, где
почвы инверсии температуры слабее, растения весной развиваются

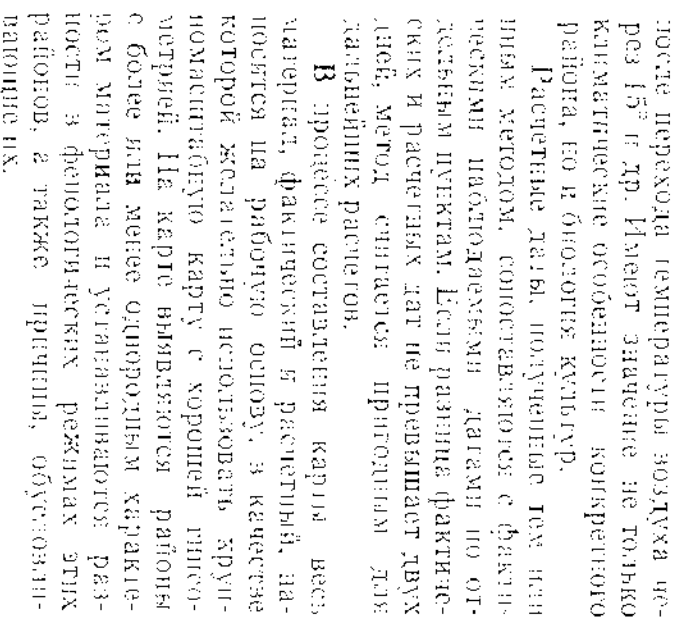


Рис. 28. Карта 1: вверху от-
ражены в горных районах Кав-
каза и Средней Азии в зави-
симости от высоты ступени
над уровнем моря.

1 — юго-западный склон Малого
Кавказа, 2 — северо-восточный
склон Малого Кавказа, 3 — Юго-
западный склон Памира, 4 —
Восточный склон Ферган-
ской долины.

на 4—5 дней раньше, чем на две котловины. При графическом ана-
лизе необходимо учесть все эти особенности и выразить их количе-
ственно, а также необходимо отразить зависимость сроков насту-
пления фаз на склонах различной экспозиции.

Например, для Кавказа [61] построены графики зависимости
сроков вхождения от высоты места над уровнем моря (рис. 58).
С этих графиков снимаются высоты прохождения изотерм цветения
кочанов в зависимости от склона горной системы (табл. 40).

Таблица 40
Даты начала цветения кочанов в зависимости от высоты
над уровнем моря (м) и экспозиции склонов

Дата	Юго-запад- ный склон Малого Кавказа	Северо- восточный склон Малого Кавказа	Южный склон Восточной Кавказа	Северо- восточный склон Восточной Кавказа	Северо- восточный склон Восточной Кавказа
20 IV	700	400	400	0	0
25 IV	950	600	600	300	0
30 IV	1100	800	700	550	450
5 V	1300	950	850	750	600
10 V	1500	1150	1000	950	750
15 V	1650	1350	—	—	—
20 V	—	1500	—	—	—

После получения высотных градиентов на карте проводятся изо-
фены. Однако следует учесть, что сильная изрезанность рельефа и
большая крутизна склонов, создающие значительные различия в на-
ступлении фаз развития растений в горных районах, не позволяют
выдерживать единый предел детализации для всей карты. Поэтому
изофены вполне допустимо проводить с разными интервалами, ис-
ходя из особенностей рельефа.

Раздел 5. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Для количественной оценки условий формирования урожая
сельскохозяйственных культур необходимо:

- 1) установить связь урожаев культур с основными климатиче-
скими факторами, т. е. получить агроклиматические показатели
формирования урожая;
- 2) на основе полученных агроклиматических показателей рай-
онировать территории по продуктивности культур (в абсолютных
или относительных значениях).

В принципе большинство методов расчета количественных агроклиматических показателей формирования урожая сводится к статистической обработке массовых материалов наблюдений за состоянием или урожаями (областьями, посевными участками и др.) сельскохозяйственных культур и агрометеорологическими факторами. Применение методов математической статистики в агрометеорологии освещается в работах [75, 103, 104 и др.].

При разработке связи урожая культуры с метеорологическими факторами на основе большого количества наблюдений определяется форма связи и находится уравнение этой связи. Затем дается оценка тесноты связи.

Уравнения, полученные на основе статистического анализа экспериментальных данных, называются эмпирическими. Из встречающихся форм корреляционных связей между элементами распространены как линейные, так и нелинейные. Следует заметить, что задача выбора формы связи (типа линии связи) бывает трудной. При графическом изображении точки часто располагаются так, что можно провести ряд линий различных типов (прямая, парабола и др.). Поэтому выбору вида линии должен предшествовать логический анализ, основанный на знании общих закономерностей исследуемых явлений.

Для выбора формы статистической связи нужно ознакомиться с видами линий и их уравнениями в работах [103, 104 и др.]. Не имея возможности приводить примеры решения всех видов уравнений, мы ограничимся здесь наиболее практически используемыми. Они заты нами из работы Е. С. Улановой и О. Д. Сиротенко [104]. Несмотря на то что рассматриваемые связи применимы Улановой для тропических лесов, они с успехом могут быть использованы также и для агроклиматических расчетов, особенно в реновальных лесозаповедниках.

а. Расчеты уравнения линейной связи двух переменных величин по неструктурированным данным (зависимость урожая озимой пшеницы от весенних запасов влаги в почве). Пример решения уравнения регрессии и коэффициента корреляции относится к случаю, когда число их не слишком велико (не больше 100). На рис. 59 показана зависимость урожая озимой пшеницы от весенних запасов влаги в почве. Эта зависимость более четко проявляется в зоне недостаточного летнего увлажнения почвы на Украине и Северном Кавказе. В пределах запасов продуктивной влаги весной в среднем стое почвы от 100 до 200 мм при благоприятных осенних и зимних условиях, когда весной число стеблей у озимой пшеницы на 1 м² составляет 1000—2000, при высокой агротехнике для одного и того же сорта эта зависимость урожая озимой пшеницы от весенних запасов влаги является практически линейной.

Урожай y — зависимая переменная величина от запасов влаги — является функцией. Запасы влаги весной x — независимая от уро-

жая переменная величина — является аргументом. Данные каждого года x и y под одним порядковым номером помещаются в таблицу, которую еще имеют 100 сопряженных значений x и y , т. е. общее число случаев, равное 100. После этого, отложив на вертикальной оси значения y — урожай озимой пшеницы, а на горизонтальной оси значения x — запасы влаги весной, для каждой пары значений x и y (откладывая их одновременно) получают точки на плоскости с координатами x и y , т. е. корреляционное поле из 100 случаев пар двух переменных величин x и y .

По расположению точек на графике ясно видно, что между этими величинами существует тесная линейная корреляционная связь, для которой необходимо найти уравнение прямой регрессии и коэффициент корреляции, определяющий степень тесноты этой связи.

Для нахождения коэффициента корреляции и уравнения прямой регрессии удобнее всего использовать формулу

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}} = \frac{\sum \Delta x \cdot \Delta y}{\sqrt{\sum \Delta x^2 \cdot \sum \Delta y^2}}, \quad (57)$$

где r — линейный коэффициент корреляции между x и y ; $\bar{x}$ и $\bar{y}$ — средние арифметические величины соответствующих признаков x и y .

Для облегчения расчетов по указанной формуле необходимо составить табл. 41 и определить указанные в ней величины.

В графе 1 таблицы ставится порядковый номер пары наблюдений x и y . В графах 2 и 3 даются значения каждой пары x и y , относительные к одному году и одному полю. В графах 4 и 5 рассчитываются отклонения каждого x_i и y_i от их средних арифметических величин $(\bar{x} - x_i)$, где берется алгебраическая разность с учетом знака. В графах 6 и 7 вычисляются квадраты отклонений, а в графе 8 — произведение отклонений (с учетом знака). Графы 9 и 10 рассчитываются для контроля.

Таким образом, для расчета указанных граф табл. 41 мы зпервую очередь должны найти средние арифметические значения x и y . В нашем примере

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15300}{100} = 153; \quad \bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{2650}{100} = 26,5.$$

Найти отклонение Δx x_i и $\Delta y = y_i - \bar{y}$, их произведение $\Delta x \Delta y$, их квадраты Δx^2 и Δy^2 , а также суммы этих величин, мы должны провести контроль наших расчетов по формуле:

$$\sum (x - \bar{x})^2 + \sum (y - \bar{y})^2 = 2 \sum (x - \bar{x})(y - \bar{y}) = \sum [(x - \bar{x}) - (y - \bar{y})]^2.$$

Если расчеты в таблице верны, то значение чисел левой и правой частей формулы будут одинаковы, а в противном случае необходимо произвести пересчет, поскольку указанное равенство должно

быть обосновано. Только после этого можно приступать к дальнейшим расчетам коэффициента корреляции и уравнения регрессии.

Таблица 41

Пример расчета уравнения зависимости урожая озимой пшеницы y от запасов продуктивной влаги весной x
(корреляция двух переменных вычислен для ненормированных данных)

№ п/п	x	y	$\Delta x = x - \bar{x}$	$\Delta y = y - \bar{y}$	$\Delta x^2 = x^2 - x\bar{x}$	$\Delta y^2 = y^2 - y\bar{y}$	$\Delta x \Delta y = xy - x\bar{y}$	$\Delta x \cdot \Delta y = \frac{\Delta x \Delta y}{n}$	$\frac{\Delta x \Delta y}{n}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	100	53	18,5	2,809	342,25	980,5	-71,5	5112,25	
2	100	10	-53	16,5	2809	272,25	874,5	4830,25	
3	100	15	-53	11,5	2809	132,25	609,5	4160,25	
4	100	16	-53	-10,5	2809	110,25	556,5	4032,25	
5	100	18	-53	-8,5	2809	72,25	430,5	3782,25	
6	105	14	-48	-12,5	2304	156,25	600,0	3660,25	
7	105	18	-48	-8,5	2304	72,25	408,0	3192,25	
8	110	16	-43	-10,5	1849	110,25	451,5	2862,25	
9	115	14	-38	-12,5	1444	156,25	475,0	2550,25	
10	115	16	-38	-10,5	1444	110,25	399,0	2382,25	
11	118	18	-35	-8,5	1225	72,25	297,5	1892,25	
12	118	19	-35	-7,5	1225	56,25	262,5	1806,25	
13	120	36	-33	-9,5	1089	90,25	313,5	552,25	
14	122	19	-31	-7,5	961	56,25	232,5	1482,25	
15	128	16	-25	-10,5	625	110,50	262,5	1260,25	
90	182	30	29	3,2	841	12,25	101,5	1036,25	
91	182	32	29	5,2	841	30,25	159,5	190,25	
92	182	34	29	7,5	841	56,25	217,5	332,25	
93	182	34	29	7,5	841	56,25	217,5	332,25	
94	190	31	37	4,5	1369	20,25	166,5	1722,25	
95	190	35	37	8,5	1369	90,25	351,5	2162,25	
96	190	35	37	8,5	1369	90,25	351,5	2162,25	
97	190	36	37	9,5	1369	90,25	361,5	2162,25	
98	195	34	42	7,5	1761	56,25	483,0	2450,25	
99	195	35	42	8,5	1761	72,25	533,0	2862,25	
100	200	40	47	13,5	2209	182,25	631,5	3660,25	
Σ	19015	300	25,0		60049	4777	14705	194236	

В нашем примере контроль показал правильность расчетов:

$$\Sigma(x - \bar{x}) + \Sigma(y - \bar{y}) + 2 \Sigma(x - \bar{x})(y - \bar{y}) = 60049 + 4777 + 2 \cdot 14705 = 94236;$$

$$\Sigma[(x - \bar{x}) + (y - \bar{y})]^2 = 94236.$$

Коэффициент корреляции r найдем по формуле (57):

$$r = \frac{\Sigma(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x - \bar{x})^2 \cdot \Sigma(y - \bar{y})^2}} = \frac{\Sigma \Delta x \Delta y}{\sqrt{60049 \cdot 4777}} = 0,86.$$

Средняя ошибка коэффициента корреляции

$$\sigma_{r_{\text{ср}}} = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{r^2}{1 - r^2}} = \frac{1}{100} \sqrt{\frac{0,86^2}{1 - 0,86^2}} = 0,026.$$

Найдем вероятную ошибку коэффициента корреляции r

$$E_r = 0,67 \sigma_r = 0,67 \cdot 0,026 = 0,017.$$

Отсюда вероятное значение коэффициента корреляции заключено в пределах

$$r \pm E_r = 0,86 \pm 0,017 = \begin{cases} 0,88 \\ 0,84. \end{cases}$$

Предельные величины r близка к $\pm 1E_r$ или $r \pm 3\sigma_r$:

$$r \pm 4E_r = 0,86 \pm 0,07 = \begin{cases} 0,93 \\ 0,79, \end{cases}$$

$$r \pm 3\sigma_r = 0,86 \pm 0,08 = \begin{cases} 0,94 \\ 0,78. \end{cases}$$

Как следует из этих расчетов, на Украине и на Северном Кавказе наблюдается очень тесная связь урожая озимой пшеницы с весенними запасами влаги коэффициент корреляции ее почти энтоский ($r = 0,86$), а его ошибки небольшие. Также с учетом этих ошибок предельная величина коэффициента корреляции не становится меньше 0,78, что говорит о хорошей связи между указанными величинами.

Перейдем теперь к расчету уравнения прямой линии регрессии по формуле $y = R(x - \bar{x})$, где R — коэффициент уравнения регрессии.

$$R_{y/x} = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x}, \quad (58)$$

где σ_y и σ_x — средние квадратические отклонения:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\Sigma(x - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{60049}{100}} = 24,5,$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\Sigma(y - \bar{y})^2}{n}} = \sqrt{\frac{4777}{100}} = 6,9.$$

откуда

$$R = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x} = 0,86 \frac{6,9}{24,5} = 0,24.$$

Подставляя значения x , y , R в уравнение прямой линии, получаем

$$y = 26,5 + 0,24(x - 103); \quad y = 0,24x - 36,72 + 26,50.$$

Урожда получаем уравнение прямой линии окончательного вида, характеризующее найденную нами зависимость,

$$y = -0,24x - 10,22,$$

где y — урожай озимой пшеницы в ц/га, x — запасы продуктивной влаги (в мм) в метровом слое почвы весной при переходе средней декадной температуры воздуха через 5° .

Определим среднюю квадратическую ошибку найденного уравнения регрессии:

$$S_y = \sqrt{1 - r^2} = 6,9 \sqrt{1 - (0,86)^2} = 3,5 \text{ ц/га}.$$

При нахождении уравнений корреляционных связей следует указать пределы их действия. Найденное нами уравнение, как было

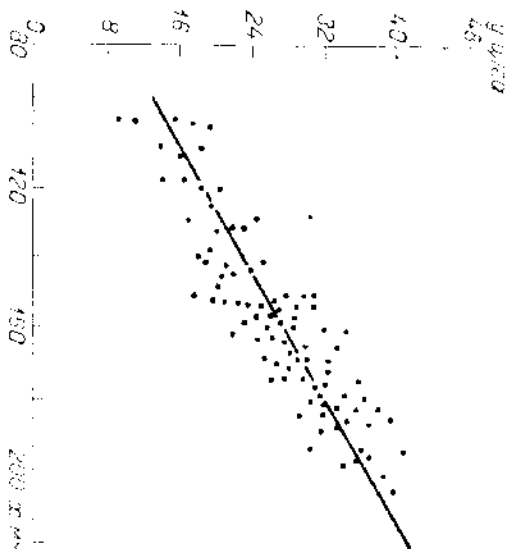


Рис. 59. Зависимость урожая озимой пшеницы от количества дней с температурой выше 5° в метровом слое почвы в период вегетации. Район Северного Кавказа. Среднее значение температуры воздуха в период вегетации 1600 часов в год.

указано выше, действует в пределах значений запасов влаги от 100 до 200 мм.

По указанному уравнению, задавая различные значения x , находим значение y и строим теоретическую линию регрессии y по x (рис. 59). Например, $x = 100$ мм, $y = 13,8$ ц/га. Отметим эту точку на графике. При $x = 200$ мм, $y = 37,8$ ц/га получаем вторую точку на графике. Через две указанные точки проводим прямую линию. Это и будет теоретическая линия регрессии, уравнение которой $y = 0,24x - 10,22$.

При нахождении теоретической линии регрессии достаточно задать только два значения x и, рассчитав два значения y , получить на графике две точки. Как известно, через две точки можно провести только одну прямую. Поэтому, имея две точки, можно провести теоретическую линию прямой регрессии, уравнение которой найдено.

6. Расчет уравнения параболы связи и корреляционного отношения зависимости урожая озимой пшеницы от весенних запасов влаги при запуске посевов. Проведем анализ данных по

урожаемости озимой пшеницы сортов Одесская 3 и Одесская 16 и по весенним запасам влаги на Украине и на Северном Кавказе. Выделим годы, когда озимая пшеница имела весной очень большое количество влаги (2000–2600) на 1 м^2 , и построим корреляционное поле связи урожая озимой пшеницы в эти годы с весенними запасами влаги (рис. 60). На этом графике видно, что связь явно квадратичная. Урожаи растут при увеличении запасов влаги весной до 170–180 мм, в годы же, когда средняя влажность посевов сочетается с большими запасами влаги весной, урожай снижается.

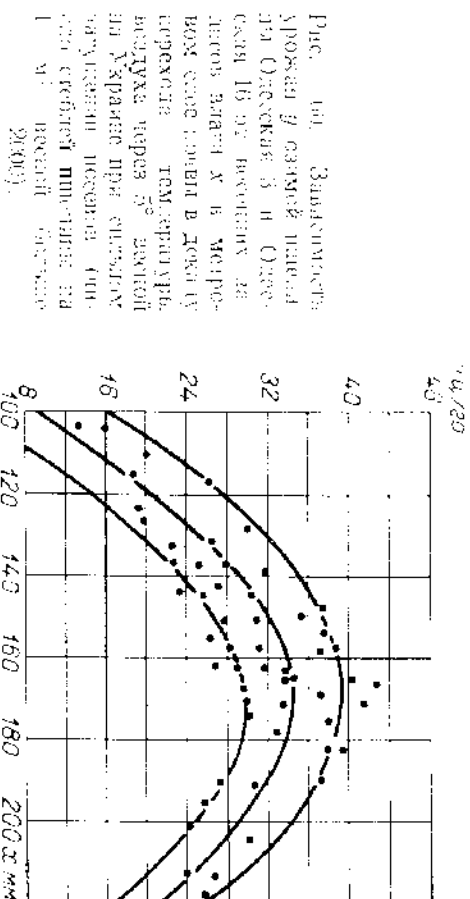


Рис. 60. Зависимость урожая озимой пшеницы от количества дней с температурой выше 5° в метровом слое почвы в период вегетации. Район Северного Кавказа. Среднее значение температуры воздуха в период вегетации 1600 часов в год.

Таким образом, при графическом изображении видно, что точки располагаются в виде параболы, уравнений для параболы второго порядка, общий вид уравнения которой

$$y = ax^2 + bx + c. \quad (59)$$

Будем вести расчеты методом группировки данных по частотам m_{x_i} , который будет нам также необходим и для расчета корреляционного отношения. Для определения параметров уравнения необходимо решить систему уравнений вида:

$$\begin{aligned} c \sum m_{x_i} &= b \sum m_{x_i} x_i + a \sum m_{x_i} x_i^2 + \sum m_{x_i} y_i^2 \\ c \sum m_{x_i} x_i &= b \sum m_{x_i} x_i^2 + a \sum m_{x_i} x_i^3 + \sum m_{x_i} x_i y_i \\ c \sum m_{x_i} x_i^2 &= b \sum m_{x_i} x_i^3 + a \sum m_{x_i} x_i^4 + \sum m_{x_i} x_i^2 y_i \end{aligned} \quad (60)$$

Следовательно, нам нужно определить частоты m_{x_i} для y при определенных значениях x и рассчитать условные средние $\bar{y}_{x_i}$ по каждому значению средних интервалов x . Для этого составим корреляционную таблицу (табл. 42). Разбив на интервалы ось x

и ось y (рис. 60), проводим вертикальные и горизонтальные линии по этим интервалам, которые дадут нам столбцы или строки табл. 42.

Таблица 42
Корректированная таблица зависимости урожая озимой пшеницы y от весенних запасов влаги x при числе стеблей пшеницы 2000–2600 на 1 м^2 весной (связь параболы и линейной)

Интервал	x	100	120	140	160	180	200	220	m_{xy}
y	Средняя высота	110	120	130	140	150	160	170	
12–16	14	2	0						2
16–20	18	2	2						4
20–24	22	0	3	1				2	6
24–28	26	1	3	6	1			2	15
28–32	30		2	3	5	2		1	12
32–36	34			1	2	1	0		6
36–40	38			4	2	3			9
40–44	42				3				3
$\sum m_{xy}$		5	10	15	16	6	5		57
$\sum x_j$		18,0	24,0	30,3	34,2	32,7	25,2		29

Подсчитываем на рис. 60 число точек в каждой клетке, соответствующей определенному интервалу x и y , и заносим это число в корректированную таблицу — в графу с такими же интервалами. Получаем частоты m_{xy} значений y для определенной величины x — редины интервала x_j .

Подсчитываем сумму частот m_{xj} или m_{xy} по вертикальным столбцам и находим для каждого столбца условное среднее $\bar{y}_{xj}$ по формуле

$$\bar{y}_{xj} = \frac{\sum m_{xy} y}{\sum m_{xj}};$$

1. $\bar{y}_{x=100} = \frac{2 \cdot 14 + 2 \cdot 18 + 0 \cdot 22 + 1 \cdot 26}{5} = 18,0;$
2. $\bar{y}_{x=120} = \frac{0 \cdot 14 + 2 \cdot 18 + 3 \cdot 22 + 3 \cdot 26 + 2 \cdot 30}{10} = 24,0;$
3. $\bar{y}_{x=140} = \frac{1 \cdot 22 + 6 \cdot 26 + 3 \cdot 30 + 1 \cdot 34 + 1 \cdot 38}{15} = 30,3;$
4. $\bar{y}_{x=160} = \frac{1 \cdot 26 + 5 \cdot 30 + 5 \cdot 34 + 2 \cdot 38 + 3 \cdot 42}{16} = 34,2;$

5. $\bar{y}_{x=180} = \frac{2 \cdot 22 + 2 \cdot 26 + 1 \cdot 30 + 0 \cdot 34 + 3 \cdot 38}{6} = 32,7;$
6. $\bar{y}_{x=200} = \frac{2 \cdot 22 + 2 \cdot 26 + 1 \cdot 30}{5} = 25,2.$

Затем находим общее среднее значение $\bar{y}$. По формуле

$$\bar{y} = \frac{\sum m_{xj} \bar{y}_{xj}}{n}$$

$$\bar{y}_{\text{общ}} = \frac{5 \cdot 18 + 10 \cdot 24 + 15 \cdot 30,3 + 16 \cdot 34,2 + 6 \cdot 32,7 + 5 \cdot 25,2}{57} = \frac{1654}{57} = 29,02.$$

Находим среднее значение

$$\bar{y}_{\text{общ}} = \frac{1654}{57} = 29,02.$$

После этого рассчитываем величины сумм, указанные в системе уравнений, по табл. 43. Подставляем их в систему уравнений и получаем:

$$57c + 9010b = 1466500a = 1654,$$

$$9010c + 1466500b = 245317000a = 266037,$$

$$1466500c + 245317000b = 4208857000a = 43824750.$$

Решаем указанную систему уравнений.

1. Делим каждое уравнение на коэффициент при c :

$$c + 158,07b = 25728,07a = 29,02,$$

$$c = 162,76b + 27227,19a = 29,53,$$

$$c = 167,28b + 28700,01a = 29,88.$$

2. Вычитаем из второго и третьего уравнений первое и получаем систему из двух уравнений с двумя неизвестными:

$$4,69b = 1499,12a = 0,51;$$

$$9,21b = 2971,94a = 0,86.$$

3. Делим уравнения на коэффициенты при b :

$$b = 319,642a = 0,109;$$

$$b = 322,686a = 0,093.$$

4. Вычитая из второго уравнения первое, находим значение параметра a :

$$3,044a = 0,016,$$

$$a = \frac{0,016}{3,044} = 0,0052.$$

Подставляем значение a в одно из предыдущих уравнений, находим значения параметра b :

$$b = 0,109 = 319,642(-0,0052) = -1,77.$$

172

172
$$e = 29,02 \cdot 1,58,07 \cdot (1,77) \cdot 27,28,07 \cdot (0,0072) \cdots 116,978.$$
$$y \dots 0,0052x^3 + 1,77x \dots 116,98.$$
mp: $x = 110$ m $y = 14.8$ mm

при X_1	110 мм	Y_1	14,8 цента,
при X_2	140 мм	Y_2	28,9 цента,
при X_3	160 мм	Y_3	33,1 цента,
при X_4	170 мм	Y_4	33,6 цента,
при X_5	190 мм	Y_5	31,6 цента,
при X_6	200 мм	Y_6	29,02 цента,
при X_7	210 мм	Y_7	25,4 цента,
при X_8	220 мм	Y_8	20,7 цента,
при X_9	230 мм	Y_9	15,04 цента,

Полосы получились точны с координатами $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ на графике и проводим по ним теоретическую кривую - параболу второго порядка (рис. 60).

Часто на графиках проводят также линии значений y , рассчитанных по уравнению с учетом оптических уравнения ($y + \delta y$). Между этими вертикальными линиями обычно бывает заключено более двух третей всех данных, вошедших в расчет уравнения связи.

Для кинематической связи оптического узла системы S_j вычисляется по формуле

$$S_j = \frac{1}{\gamma_j} \mathbf{1}_{\{j \neq 1\}}. \quad (61)$$

гдо ст. ернее катание ортоне, и крешинионе
олинеи.

Идет коррекционное отклонение, показывающее тесноту нейронной параболической связи:

$$\frac{y}{y/x} = 1 - \frac{s^2(y/x)}{s^2} \quad (62)$$

Рассчитана матричная дисперсия, пользуясь данными кор-
ректированной табл. 12:

$$s^2(\bar{y}_x) = \frac{\sum (y_x - \bar{y})^2 m_x}{n} \quad (63)$$

$$e^2(Y^x) = \frac{(18 \cdots 29)^2 \cdot 2 \cdots (24 \cdots 28)^2 \cdot 10 \div (30, 3 \cdots 29)^2 \cdot 15}{5^4}.$$

$$\frac{(34.2 - 29)^2 + 16 + (32.7 - 29)^2 + 6 + (25.2 - 29)^2 + 5}{57} = \frac{1467.33}{57} = 25.74$$

Найдем величину общей дисперсии:

$$\frac{\sum (y - \bar{y})^2 m_y}{\sum m_y} = \dots \quad (64)$$

$$= \frac{(14 - 29)^2 \cdot 2 + (18 - 29)^2 \cdot 4 + (22 - 29)^2 \cdot 6 + (26 - 29)^2 \cdot 15}{57} = \frac{(30 - 29)^2 \cdot 12 + (34 - 29)^2 \cdot 6 + (38 - 29)^2 \cdot 9 + (42 - 29)^2 \cdot 3}{57} = \frac{2761}{57} = 48,44.$$

Рассчитаем корреляционное отношение:

$$\eta = \sqrt{\frac{\sigma^2(y|x)}{\sigma^2}} = \sqrt{\frac{25,74}{48,44}} = \sqrt{0,53} = 0,73.$$

Средняя ошибка корреляционного отношения

$$\sigma_{\eta} = \frac{1 - \eta^2}{\sqrt{n}} = \frac{1 - (0,73)^2}{\sqrt{57}} = \frac{0,47}{7,55} = 0,06.$$

Таким образом, η находится в пределах

$$\eta \pm \sigma_{\eta} \begin{cases} 0,79 \\ 0,67. \end{cases}$$

Находим отсюда уравнения криволинейной регрессии по формуле (61).

По расчетам, $\sigma_y^2 = 48,44$, следовательно, $\sigma_y = 6,96$.

$$S_y = 6,96 \sqrt{1 - (0,73)^2} = 4,8 \text{ пт/г.}$$

В агрохиматологии очень часто для установления количественных показателей применяется графический метод. На основе достаточного числа случаев сопряженных наблюдений за урожаем культуры и метеорологическими элементами строятся графич. связи урожая с отдельными факторами климата или с комплексом факторов. Графические связи устанавливаются только после тщательного критического анализа материала, а также тщательного осмысления возможной зависимости для конкретных условий.

Пример обработки материала графическим методом приводится на рис. 61, где показана связь урожая сахарной свеклы с суммой активных температур и показателем увлажнения [36].

Для построения графика использованы данные урожаев посевов-тестов по стандартному сорту сахарной свеклы на черноземных и каштановых почвах за период от 5 до 14 лет в основном с 1950 по 1961 г. (274 года-участка). Предварительно произведен критический анализ материала. Отобранные и исключены из обработки годы со снегозадержанием, с сильно нарушенными урожаями, а также со значительным повреждением посевов вредителями и болезнями и др.

Парадостоно по данным близлежащих метеорологических станций, репрезентативных для посевных участков, подсчитаны суммы активных температур за период высева сахарной свеклы и показатель увлажнения по формуле (22).

При установлении связи урожай сахарной свеклы с метеорологическими факторами автор исходил из известного положения, что в основных районах сельскохозяйственной страны урожай стандартного

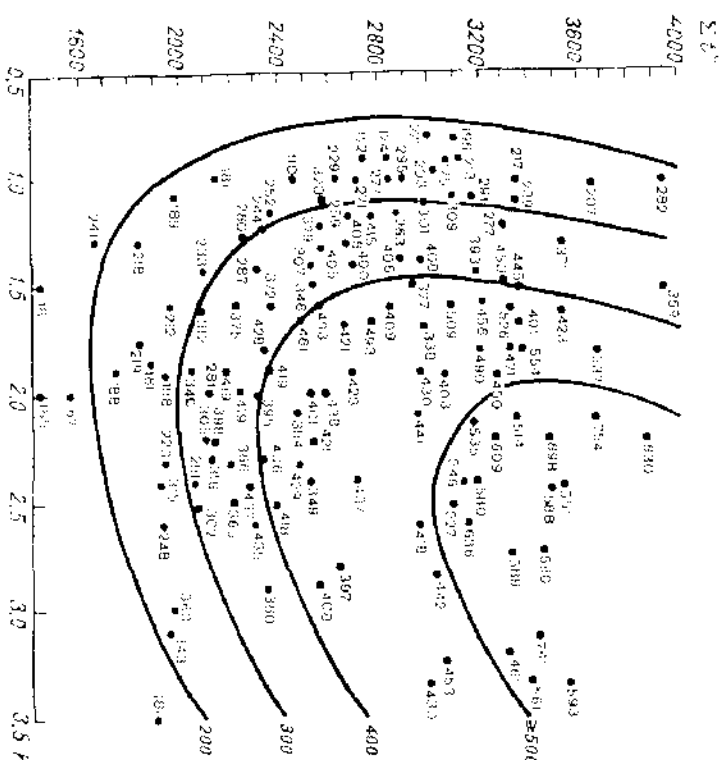


Рис. 61. Связь урожая корней сахарной свеклы (ц/га) с суммой активных температур Σt° за вегетационный период и коэффициентом увлажнения K .

сорта сахарной свеклы при сравнительно одинаковом уровне агрохимического (посевного) определяется тепло- и влагообеспеченностью. По некоторым урожайным данным, суммам активных температур и показателю увлажнения построены графики (рис. 61), на оси которых отложены коэффициент увлажнения K , а на оси y — сумма температур, в поле координат — урожай корней сахарной свеклы.

По данным установленная криволинейная связь: урожай корней возрастает с увеличением суммы температур и показателем увлажнения. При недостатке тепла урожай остается низким при любых условиях влагообеспеченности, то же наблюдается и при недостатке влаги — сумма температур не компенсирует зялту.

В поле координат графика путем интерполяции данных урожайной кривой проведены системы кривых с интервалом 100 н/га. В качестве критерия точности принято среднее квадратическое отклонение рассчитанного урожая от фактического по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum n_x (x - \bar{x})^2}{n}} \quad (6.5)$$

Расчетные урожайные снимались с графика, т. е. складывая фактические суммы температур и показатели увлажненности за каждый год на осях y и x и проводя от них прямые до пересечения, получаем путем интерполяции величины урожая.

В табл. 44 дан пример расчета среднего квадратического отклонения.

Таблица 44

Определение величины среднего квадратического отклонения от расчетного урожая от фактического (сахарная свекла)

№ п/п	Урожай, ц/га		$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
	факт.	расчет.		
1	442	190	-252	63504
2	378	185	-197	38809
3	408	411	-1	1
4	397	420	-23	529
5	437	440	-3	9
6	438	450	-12	144
7	422	368	54	2916
8	287	315	-28	784
9	281	290	-91	8281
10				
Среднее	320	330	10	100
	380	340	30	900
	372	345	27	729
	320	310	10	100
	199	275	-76	5776
σ	274			
			2137	667 802

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum n_x (x - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{667 802}{274}} = 49,5$$

Д. И. Панко также применил графический способ для установления корреляционной связи между годовыми значениями показателя увлажненности

$$Mdx = \frac{E - e}{P} \quad (e \text{ — величина влажности воздуха в } x \text{ мм})$$

Урожайом сельскохозяйственных культур, полученным в условиях определенной агроэкономики (рис. 62). Автор использовал урожайные данные госхозучастков в среднем за 1945—1949 гг. При этом построены графика очень прост. На ось y откладываются средние урожай, а на ось x — значения Mdx . По точкам в поле координат с помощью интерполяции проводится кривая. Затем рассчитывается среднее квадратическое отклонение фактических данных урожайности культур от вычисленных по графикам. На приведенном графике оно — 2,3 н/га.

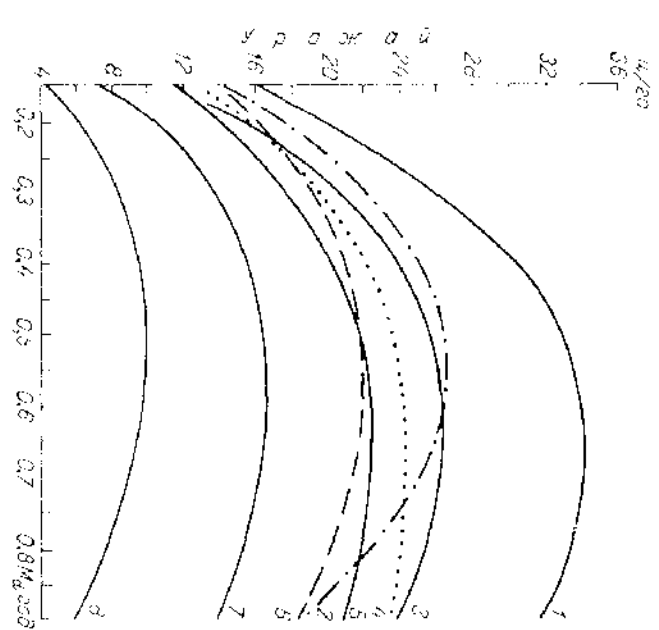


Рис. 62. Завис. урожай сельскохозяйственных культур от значений метеорологических факторов
 Mdx — н/га.
 1 — сахарная свекла; 2 — пшеница; 3 — ячмень; 4 — рожь; 5 — овес; 6 — кукуруза; 7 — просо; 8 — средняя урожайность.

Возможно установление зависимости урожайности культур от метеорологических факторов в виде таблиц-помощей. Д. В. Бессонов [13]建立了 связь между урожайностью проса и увлажненностью двух фазных периодов: всходы — всходы и всходы — высевок. В качестве показателя увлажненности он взял 1ТК за указанные фазные периоды. В результате обработки урожайных данных по отечественным графикам увлажненности Бессоновой разработана схема-помощь (табл. 45).

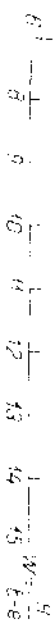
Высокие урожаи в этой таблице имеют узкие пределы и указывают на избыток оптимального увлажнения с равномерным распределением осадков за время вегетации проса. При низких пока-

и за период, в течение которого специальность 1,0, то урожай проса составит 29 ц/га и т. д.

Оценки условий произрастания культуры и условий формирования урожая может быть дана с помощью карты. Ниже рассмотрен пример агроклиматического районирования СССР по продуктивности колоса [9].

ДУКТНОСТИ КОПОИЛТА [91]

1. КОДЫ И СООБЩЕНИЯ
2. КОДЫ И СООБЩЕНИЯ
3. КОДЫ И СООБЩЕНИЯ
4. КОДЫ И СООБЩЕНИЯ
5. КОДЫ И СООБЩЕНИЯ
6. КОДЫ И СООБЩЕНИЯ
7. КОДЫ И СООБЩЕНИЯ
8. КОДЫ И СООБЩЕНИЯ
9. КОДЫ И СООБЩЕНИЯ
10. КОДЫ И СООБЩЕНИЯ



КВ.ИСТ.7.004.
 800, 06.01.1970 г. 00.25.00.

степени обеспеченности урожаем, что определяет разные способы возделывания конопли. Выделенные зоны зависят от обеспеченности урожаем влагой на ряд периодов. Эта карта позволяет судить не только о границах возможного по климатическим условиям обильно

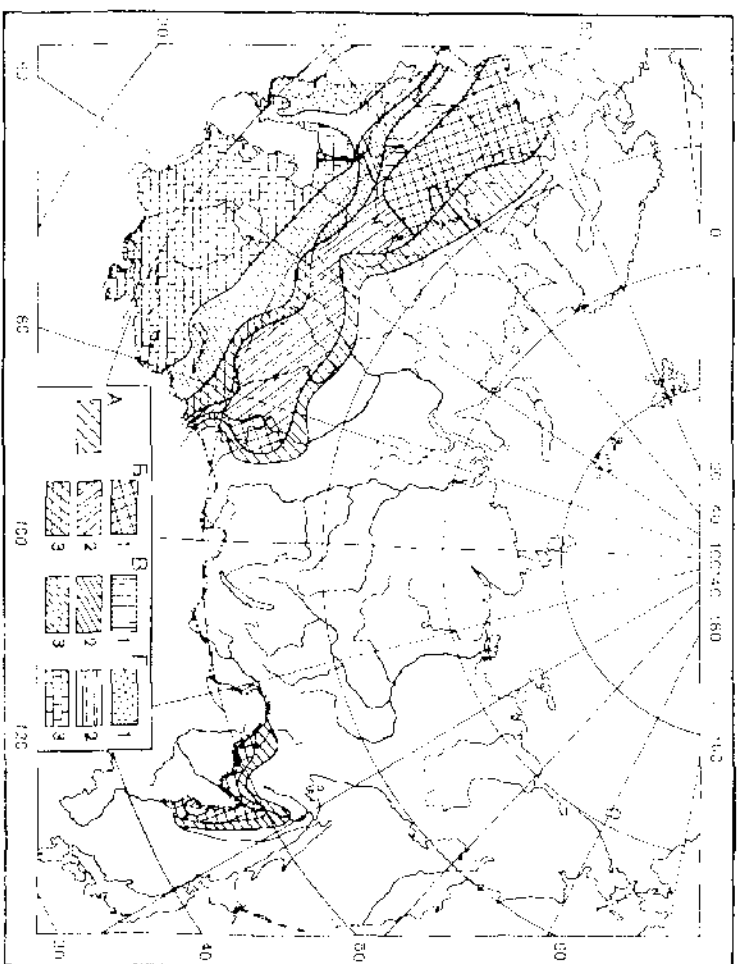


Рис. 65. Агроклиматическое районирование СССР по пригодности коноплю [70].

А — зона для выращивания конопли; Б — зона для выращивания конопли; В — зона для выращивания конопли; Г — зона для выращивания конопли; Д — зона для выращивания конопли; Е — зона для выращивания конопли; Ж — зона для выращивания конопли; З — зона для выращивания конопли; И — зона для выращивания конопли; К — зона для выращивания конопли; Л — зона для выращивания конопли; М — зона для выращивания конопли; Н — зона для выращивания конопли; О — зона для выращивания конопли; П — зона для выращивания конопли; Р — зона для выращивания конопли; С — зона для выращивания конопли; Т — зона для выращивания конопли; У — зона для выращивания конопли; Ф — зона для выращивания конопли; Х — зона для выращивания конопли; Ц — зона для выращивания конопли; Ч — зона для выращивания конопли; Ш — зона для выращивания конопли; Щ — зона для выращивания конопли; Ъ — зона для выращивания конопли; Ы — зона для выращивания конопли; Ь — зона для выращивания конопли; Э — зона для выращивания конопли; Ю — зона для выращивания конопли; Я — зона для выращивания конопли; 1 — зона для выращивания конопли; 2 — зона для выращивания конопли; 3 — зона для выращивания конопли; 4 — зона для выращивания конопли; 5 — зона для выращивания конопли; 6 — зона для выращивания конопли; 7 — зона для выращивания конопли; 8 — зона для выращивания конопли; 9 — зона для выращивания конопли; 10 — зона для выращивания конопли; 11 — зона для выращивания конопли; 12 — зона для выращивания конопли; 13 — зона для выращивания конопли; 14 — зона для выращивания конопли; 15 — зона для выращивания конопли; 16 — зона для выращивания конопли; 17 — зона для выращивания конопли; 18 — зона для выращивания конопли; 19 — зона для выращивания конопли; 20 — зона для выращивания конопли; 21 — зона для выращивания конопли; 22 — зона для выращивания конопли; 23 — зона для выращивания конопли; 24 — зона для выращивания конопли; 25 — зона для выращивания конопли; 26 — зона для выращивания конопли; 27 — зона для выращивания конопли; 28 — зона для выращивания конопли; 29 — зона для выращивания конопли; 30 — зона для выращивания конопли; 31 — зона для выращивания конопли; 32 — зона для выращивания конопли; 33 — зона для выращивания конопли; 34 — зона для выращивания конопли; 35 — зона для выращивания конопли; 36 — зона для выращивания конопли; 37 — зона для выращивания конопли; 38 — зона для выращивания конопли; 39 — зона для выращивания конопли; 40 — зона для выращивания конопли; 41 — зона для выращивания конопли; 42 — зона для выращивания конопли; 43 — зона для выращивания конопли; 44 — зона для выращивания конопли; 45 — зона для выращивания конопли; 46 — зона для выращивания конопли; 47 — зона для выращивания конопли; 48 — зона для выращивания конопли; 49 — зона для выращивания конопли; 50 — зона для выращивания конопли; 51 — зона для выращивания конопли; 52 — зона для выращивания конопли; 53 — зона для выращивания конопли; 54 — зона для выращивания конопли; 55 — зона для выращивания конопли; 56 — зона для выращивания конопли; 57 — зона для выращивания конопли; 58 — зона для выращивания конопли; 59 — зона для выращивания конопли; 60 — зона для выращивания конопли; 61 — зона для выращивания конопли; 62 — зона для выращивания конопли; 63 — зона для выращивания конопли; 64 — зона для выращивания конопли; 65 — зона для выращивания конопли; 66 — зона для выращивания конопли; 67 — зона для выращивания конопли; 68 — зона для выращивания конопли; 69 — зона для выращивания конопли; 70 — зона для выращивания конопли; 71 — зона для выращивания конопли; 72 — зона для выращивания конопли; 73 — зона для выращивания конопли; 74 — зона для выращивания конопли; 75 — зона для выращивания конопли; 76 — зона для выращивания конопли; 77 — зона для выращивания конопли; 78 — зона для выращивания конопли; 79 — зона для выращивания конопли; 80 — зона для выращивания конопли; 81 — зона для выращивания конопли; 82 — зона для выращивания конопли; 83 — зона для выращивания конопли; 84 — зона для выращивания конопли; 85 — зона для выращивания конопли; 86 — зона для выращивания конопли; 87 — зона для выращивания конопли; 88 — зона для выращивания конопли; 89 — зона для выращивания конопли; 90 — зона для выращивания конопли; 91 — зона для выращивания конопли; 92 — зона для выращивания конопли; 93 — зона для выращивания конопли; 94 — зона для выращивания конопли; 95 — зона для выращивания конопли; 96 — зона для выращивания конопли; 97 — зона для выращивания конопли; 98 — зона для выращивания конопли; 99 — зона для выращивания конопли; 100 — зона для выращивания конопли.

аралла произрастания культуры, но и об ожидаемой урожайности и качестве продукции в различных районах страны, что особенно важно для районов, где данные культуры раньше не возделывались.

Методы оценки агроклиматических условий формирования уро-

жая сельскохозяйственных культур и непосредственно оценка этих условий представлены в работах [20, 30, 61, 60, 76, 97, 111, 113 и др.].

Раздел 6. РАСЧЕТЫ ПО ОЦЕНКЕ УСЛОВИЙ УБОРКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В агроклиматических исследованиях оценка условий периода уборки дается с целью обоснования оптимальных сроков ее проведения и назначения мероприятий по сохранению сельскохозяйственной продукции от повреждений неблагоприятными явлениями погоды. Разработаны различные показатели для оценки условий уборочного периода по культурам. По срокам уборки урожая дается сведение о средних, ранних и поздних датах уборки (начало, конец, продолжительность периода уборки). Желательно дать и возможную вероятность сроков наступления уборки культуры.

Характеристике условий проведения уборочных работ целесообразно дать на 10 дней до созревания культуры и на 20-30 дней после ее созревания, так как в отдельные годы имеются значительные отклонения в сроках начала и окончания уборки урожая. Указанный период может быть уточнен применительно к отдельным культурам.

Сроки и условия уборки поздних культур в значительной степени зависят от времени наступления осенних заморозков, увлажнения и промерзания верхних слоев почвы. Осенние заморозки определенной интенсивности могут прекратить дальнейшее развитие растений еще в той или иной степени повредить уборочную и находящуюся еще в поле продукцию. Поэтому рассчитываются средние, ранние, поздние сроки наступления осенних заморозков и их вероятность. При этом используются общепринятыми методами обработки агрометеорологических и метеорологических данных, которые были изложены в настоящем пособии выше.

Далее дается характеристика увлажнения верхних слоев почвы (вероятность различной степени увлажнения по данным визуальных наблюдений) и вероятные сроки начала промерзания почвы на глубине 3-5 см.

При характеристике периода уборки зерновых культур должны быть даны оценки климатических условий работы комбайна с использованием для этой цели показателей, разработанных А. В. Процевым [77]. Показатели Процева рассчитаны на оценку производственной работы комбайна по погодным условиям с учетом среднесуточного дефицита влажности воздуха.

Процевым [77] установлено: 1) хлеба как гидрокопические тела находятся в определенной, вполне закономерной зависимости от влажности воздуха. Эта связь выражается кривой, уравнение которой

$$y = 30,4/D^{0,5}, \quad (66)$$

где D — среднесуточный дефицит влажности воздуха;

2) комбайн не может продуктивно и качественно работать при среднесуточном дефиците влажности воздуха 3 мб и ниже. Наоборот, при подчасе дефицита влажности воздуха до 8 и особенно до 10 мб производительность комбайна достигает его проектной мощности. На основе практической работы принимается, что комбайн дает полную проектную выработку при среднесуточном значении дефицита влажности воздуха 8 мб на поле с нормальным травостоем хлеба. Под полным понимается, что хлеб не имеет повышенной заоросленности, не пожелтый, имеет нормальную высоту и густоту тростков. Принимается также, что при дефиците влажности от 3 до 8 мб комбайн работает со все возрастающей производительностью (от нуля при 3 мб и до проектной производительности при 8 мб). Для комбайна «Сб» проектная производительность составляет 1,56 га в час. Практически при подсчетах количество часов работы комбайна при дефицитах от 3 до 8 мб уменьшается наготовану и производительность одного часа принималась за 1 га.

3) дефицит влажности воздуха, выраженный через среднесуточное его значение в миллибарах, имеет вполне закономерный суточный ход. Исследования показали, что, зная среднее значение дефицита влажности воздуха за сутки, можно с достоперностью, достаточной для практики, судить о значении дефицита для каждого часа суток. Кривые суточного хода дефицита должны быть построены по материалам ближайшей метеостанции для каждого района страны. Понадежные материалы получаются в тех случаях, когда имеются годовые (при прохождении фронтов).

Используя эти положения, а также определяя дату наступления полной сменности хлеба (для интересующего нас района яровой пшеницы преобладающих сортов) и взяв от этой даты десятидневный период, можно найти среднее значение дефицита влажности воздуха для этого периода.

По среднему значению дефицита легко рассчитывается рабочее время комбайна в часах за сутки.

Зная средний декадный дефицит влажности воздуха, его суточный ход и используя показателя Проперова, можно для каждой декады периода уборки вычислить число часов за сутки с нормальными, средними и плохими метеорологическими условиями для работы комбайна. Например, если средний декадный дефицит влажности равен 4 мб, то число часов за декаду с хорошими условиями уборки будет равно 35 (3,5 · 10), со средними условиями 90 (9,0 · 10) и плохими 115 (11,5 · 10).

Агрокалматическую оценку периода уборки можно выразить также в часах только с хорошими условиями для уборки. При этом число часов со средними метеорологическими условиями для работы комбайна следует уменьшить вдвое, потому что производительность работы комбайна при средних условиях в два раза меньше, чем при хороших. Например, при среднем декадном дефиците влажности 6,0 мб число часов с условно хорошими усло-

виями работы составит 120 (хорошие 8,5 · 10 = 85 час., средние 7,0 · 10

2

35, итого условно хороших 85 + 35 = 120 час.).

Если знать среднесуточную производительность комбайна, то оценку метеорологических условий уборки можно выразить не только в часах работы, но и в среднесуточной производительности работы комбайна в гектарах.

Оценку условий уборки целесообразно провести как по средним многолетним данным, так и за отдельные благоприятные и неблагоприятные годы. Если оценку условий уборки провести за длительный ряд наблюдений (не менее 20 лет), то можно составить десятилетний таблицу «Вероятность лет с различным числом часов работы комбайна», которая даст возможность установить годовую норму различных условий работы на комбайнах.

Иногда из производительности работы комбайна и качества уборки зерна, необходимо указать наиболее целесообразную с учетом климатических условий организацию работы комбайна для данной территории.

Климатическую оценку периода уборки лучше всего производить по генетикам, так как декады, а тем более месячные нормы метеорологических элементов дают слишком скученную картину их распределения. Однако петальные нормы не приводятся в официальной справочной литературе. Пусть их более рационального толкования лежат в аналитическом счетно-аналитических машинах, с помощью которых рассчитываются не только нормы метеорологических (температура, осадки, дефицит), но и их повторяемость по определенным периодам.

Подобная работа выполнена, например, для юго-востока Западной (либри В. А. Сеникавич [87]. Результатом ее является оценка условий уборки по петальным методам Проперова, показанные на рис. 66. Из этого рисунка видно, что в Барбаре (Северное, Барбаре) преобладают плохие и средние условия уборки (вероятность плохих условий с момента уборки увеличивается от 30 до 55%). Наиболее благоприятный период 4-й петалка августа. В Кутуце (Ставрополь) годовой режим не очень благоприятен. В период массовой уборки вероятность плохих условий всего 3-8% (август). Число дней в петальке с различными условиями уборки рассчитано на рисунках.

Опыт обработки материалов по условиям уборки с использованием показателя Проперова на счетно-аналитических машинах может быть использован у А. И. Попова [73]. В метеорологических перфокартах лет среднего за сутки дефицита влажности воздуха. Поэтому берется сумма дефицита влажности за четыре средние десятилетия: 12 мб - плохие условия, от 12 до 32 мб - удовлетворительно, более 32 мб - хорошие. Это равносильно 3 мб, от 3 до 8 мб, более 8 мб. Проперова обработка осуществляется в следующем порядке [73]:

1) рабочий массив перфокарт сортируется по декадам, внутри

локады по дням хронологического порядка, а внутри каждой декады - по срокам наблюдений;

2) сформированный таким образом рабочий массив метеорологических перфокарт обрабатывается на табуляторе, который автоматически подсчитывает сумму дефицита влажности за сутки, раз посыл эту сумму по заданным графикам; суммирует данные по каждой декаде за каждую декаду и по декадам за весь период наблюдений;

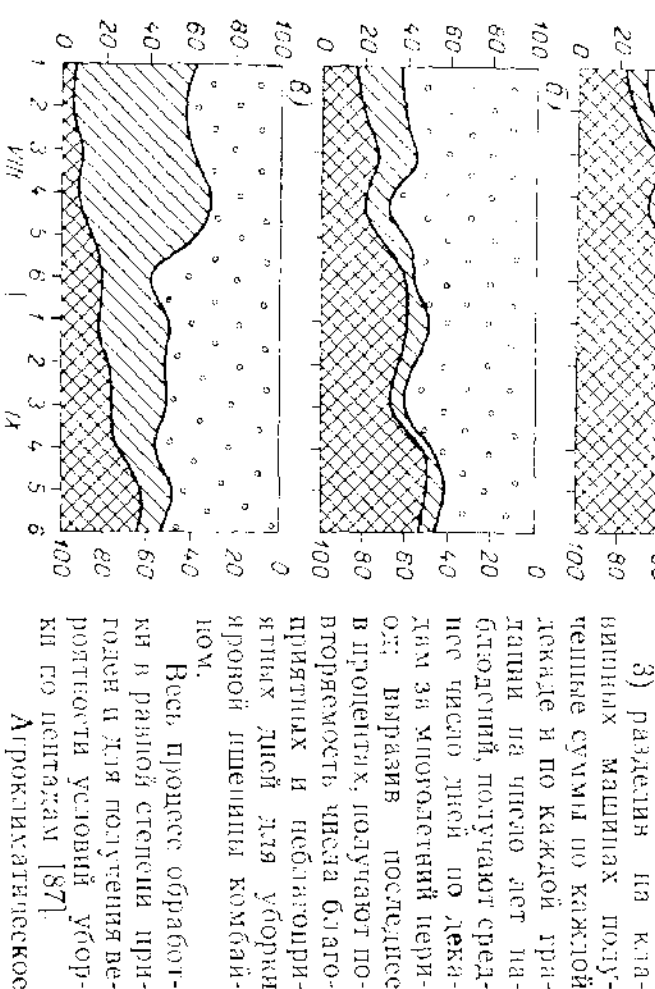


Рис. 63. Вероятность заморозков для разных сортов картофеля (а) Барабинка (б) и Савинково (в), Пентада (г) и Савинково (д) и Савинково (е). 1 — мороз, 2 — холод, 3 — безморозный период.

зависит проводить через несколько дней после увядания ботвы. Уборку разных сортов картофеля обычно начинают при застывшей ботве, не дожидаясь созревания клубней.

Во многих районах, особенно на полях с высоким фотом уровнем, увядание ботвы наступает поздно, когда условия уборки картофеля неблагоприятны из-за дождей и частых заморозков, в результате чего наблюдаются большие потери урожая. Поэтому для выбора оптимальных сроков уборки необходимо указать де-

кады и по каждой графической машине по заданным графикам, суммирует данные по каждой декаде за каждую декаду и по декадам за весь период наблюдений;

3) разделив на квадратные машины полученные суммы по каждой декаде и по каждой графической машине по заданным графикам, получают среднее число дней по декадам за многолетний период; выразив последнее в процентах, получают вторые значения числа благоприятных и неблагоприятных дней для уборки вровень шенции комбайном.

Весь процесс обработки в равной степени пригоден и для получения вероятности условий уборки по пентадам [87].

Агроклиматическое обоснование сроков уборки картофеля имеет также большое практическое значение. Показателем технической спелости картофеля является увядание ботвы, поэтому уборку среднеспелых и позднеспелых сортов рекомендуется проводить после увядания ботвы.

Уборку разных сортов картофеля обычно начинают при застывшей ботве, не дожидаясь созревания клубней.

Во многих районах, особенно на полях с высоким фотом уровнем, увядание ботвы наступает поздно, когда условия уборки картофеля неблагоприятны из-за дождей и частых заморозков, в результате чего наблюдаются большие потери урожая. Поэтому для выбора оптимальных сроков уборки необходимо указать де-

кады и по каждой графической машине по заданным графикам, суммирует данные по каждой декаде за каждую декаду и по декадам за весь период наблюдений;

3) разделив на квадратные машины полученные суммы по каждой декаде и по каждой графической машине по заданным графикам, получают среднее число дней по декадам за многолетний период; выразив последнее в процентах, получают вторые значения числа благоприятных и неблагоприятных дней для уборки вровень шенции комбайном.

Сорт	1-я декада	2-я декада	3-я декада
Барабинка	7,2	1,0	4,2
Савинково	7,2	7,8	6,5
Пентада	7,2	2,1	1,1
Октябрь	9,2		

По этим графикам за начало уборки картофеля можно рекомендовать вторую декаду сентября. Для определения даты начала уборки с неблагоприятными явлениями погоды нужно вычислить вероятность даты первого заморозка почвы, так как даже кратковременное промерзание почвы может вызвать гибель всего урожая картофеля. Вероятность первого промерзания почвы можно вычислить или по непосредственным наблюдениям над промерзанием почвы (визуальным) за длительный ряд лет или косвенно по наблюдениям за минимальной температурой воздуха. В основных районах картофелеводства на Европейской территории СССР при температурных показателях -5° вероятность промерзания верхнего слоя почвы очень велика. Необходимо учесть, также вероятность заморозков на почве интенсивностью 0, -1°, так как при таких заморозках могут пострадать клубни картофеля выкопанного, но не убранного с поля.

Качество уборочных работ, а также качество убранного картофеля зависит от состояния увлажненности почвы, поэтому необходимо показать, какова вероятность того, что почва в период уборки будет находиться в оптимальном и. е. липком состоянии, а также число дней с осадками различной интенсивности по декадам.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ I

(II планшета)

ДАТЫ НАСТУПЛЕНИЯ ФАЗЫ КОЛОШЕНИЯ ОЗИМОЙ РЖИ И РАСЧЕТ СРЕДНЕЙ МНОГОЛЕТНЕЙ ДАТЫ Л ПО КАЖДОЙ СТАНЦИИ И В ЦЕЛОМ ПО ПЛАНШЕТУ

Станция	Годы наблюдений															
	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
Калин															31 V	31 V
Савелово												14 VI	4 VI	6 VI	28 V	30 V
Дмитров												12 VI	8 VI	12 VI	31 V	2 VI
Углич												6 VI	11 VI	30 V	28 V	31 V
Рыбинск														31 V	2 VI	6 VI
Попеховье-					12 VI	24 VI	8 VI	2 VI			18 VI	10 VI	11 VI	28 V	31 V	4 VI
Володарск																
Тутаев														4 VI		4 VI
Данилов					20 VI	26 VI	6 VI			22 VI	10 VI	10 VI	31 V	6 VI	5 VI	12 VI
Ярославль					20 VI		5 VI				6 VI	11 VI	31 V	31 V	31 V	10 VI
Ростов											10 VI	15 VI	30 V	31 V	31 V	8 VI
Переславль-					4 VI	20 VI	8 VI	28 V			14 VI	10 VI	12 VI	30 V	31 V	4 VI
Залесский																
Юрьев-					8 VI	20 VI	6 VI	27 V			13 VI		10 VI	31 V	5 VI	5 VI
Польский																
Александр-															1 VI	2 VI
ров																31 V
Москва,																26 V
ВДНХ																6 VI
Починки	2 VI	27 V	5 VI	15 VI	6 VI	17 VI	19 VI	10 VI	10 VI			6 VI	10 VI	20 V	28 V	31 V
Петушки														31 V	31 V	31 V
Павловский		30 V	6 VI									6 VI	8 VI		25 V	6 VI
Посад																
Селиваново					4 VI	15 VI	4 VI	2 VI			11 VI	6 VI	25 V	31 V	25 V	25 V
Гороховец														31 V	28 V	21 V

Станция	Годы наблюдений														Сумма фазовых дат за все годы	Число лет наблюдений	Средняя многолетняя дата
	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966			
Калин	5 VI	15 VI	17 VI	14 VI	28 V	6 VI	10 VI	10 VI	4 VI	4 VI	28 V	8 VI			107	16	6,7 VI
Савелово	10 VI	6 VI	14 VI	12 VI	8 VI	6 VI	4 VI	7 VI	2 VI	31 V	4 VI	6 VI		31 V	112	21	5,3 VI
Дмитров	4 VI		20 VI	10 VI			4 VI	4 VI	2 VI						93	14	6,9 VI
Углич	30 V	18 VI	10 VI	10 VI	2 VI	8 VI	6 VI	6 VI	10 VI	2 VI	26 V	10 VI		31 V	103	20	5,2 VI
Рыбинск	4 VI	12 VI	24 VI	10 VI		12 VI	10 VI	10 VI	10 VI	14 VI	14 VI	8 VI			152	16	10,1 VI
Попеховье-Володарск	6 VI	10 VI	18 VI	10 VI		20 VI	10 VI	8 VI	10 VI	4 VI	28 V	6 VI			207	23	9,0 VI
Тутаев	5 VI	7 VI	16 VI	10 VI		12 VI	10 VI	7 VI	6 VI	6 VI	31 V	5 VI		31 V	112	16	7,0 VI
Данилов	6 VI	8 VI	16 VI	10 VI		10 VI	12 VI	12 VI	10 VI	4 VI		12 VI		4 VI	233	22	10,6 VI
Ярославль	31 V	14 VI	16 VI	27 V					8 VI	31 V		2 VI			93	16	5,8 VI
Ростов	31 V	10 VI	16 VI	10 VI	26 V	8 VI	2 VI	8 VI	8 VI	31 V	28 V	6 VI		2 VI	103	20	5,2 VI
Переславль-Залесский	6 VI	14 VI	18 VI	15 VI	30 V	6 VI	2 VI	6 VI	8 VI	6 VI	31 V	8 VI			174	24	7,2 VI
Юрьев-Польский		10 VI	11 VI	15 VI											122	14	8,7 VI
Александров	4 VI			14 VI							28 V				35	7	5,0 VI
Москва, ВДНХ		31 V	7 VI	3 VI	20 V	31 V	24 V	31 V	31 V	28 V	25 V	4 VI	8 VI		2	15	30,9 V
Починки	31 V	10 VI	14 VI	16 VI			31 V		2 VI	2 VI				31 V	135	24	5,0 VI
Петушки	5 VI	5 VI	15 VI	10 VI	25 V	6 VI	2 VI	14 VI	31 V	27 V	31 V	4 VI			66	17	3,9 VI
Павловский	4 VI	6 VI		8 VI	27 V	7 VI									47	12	3,9 VI
Посад																	
Селиваново	4 VI	6 VI	8 VI	6 VI	25 V		4 VI	8 VI				10 VI			92	20	4,1 VI
Гороховец	5 VI	5 VI	7 VI	10 VI	23 V	6 VI	27 V	2 VI	6 VI	31 V	31 V	10 VI		23 V	31	18	1,7 VI

Сумма средних многолетних дат по станциям 112,2

Число станций 19

Средняя многолетняя дата Л по планшету 5,9 VI

ОЗНОМЕРЖИ А₂ ПО ПЛАШЕТУ, ПРИВЕДЕННОЙ
ПРОДУКТЕР

$$- \frac{1}{2} \langle \psi | \hat{H} | \psi \rangle = - \frac{1}{2} \langle \psi | \hat{H} | \psi \rangle$$

жест от средней многолетней

Page 11

OF 1 MASH

$$\frac{\sum a_i}{n} = \frac{1557}{31} = 50.23$$

14-03111

Станция	Годы					
	1951	1952	1953	1954	1955	1956

Отклонения фактически отмеченных

Каспий	3,3	3,3	1,7	8,3	10,3	-7,3	5,7
Самарское	2,7	2,7	4,7	-0,7	18,7	16,7	2,7
Ульянов	2,1	3,1	2,9	-3,1	13,1	-3,1	-2,1
Уфа	2,8	0,8	-6,2	-12,8	1,8	1,8	-2,8
Рязань	-0,1	-0,1	6,1	1,9	-13,9	-0,1	-2,1
Полхов-Потемкин	-1,0	-3,0	3,0	1,0	7,0	-1,0	-2,0
Воткинский	5,0	1,0	-2,0	0,0	9,0	3,0	-5,0
Тула	1,4	-1,4	1,6	-2,6	5,4	0,6	-1,4
Ярославль	4,2	-0,8	5,8	-5,2	10,2	9,8	-10,2
Ростов	2,8	2,8	3,2	4,2	10,8	4,8	-10,2
Переяслав-Завальский	1,2	4,8	1,2	6,8	19,8	8,8	-8,2
Курск	1,3	-6,3	-	1,3	2,3	-6,3	-
Подольск	-	-	-	-	-	-	-
Александров	-6,1	3,0	1,0	0,1	7,1	-3,1	10,1
Москва, ВДНХ	-2,0	1,1	6,0	-4,0	-8,0	10,0	-
Июньск	1,1	-6,1	1,1	1,6	-11,1	6,1	-6,1
Петушки	2,1	1,2	0,1	2,1	-	1,1	2,1
Павловский	-	-	-	-	-	-	-
Пески	-4,1	-0,1	0,1	1,9	3,9	1,9	0,1
Семаново	-2,7	6,3	3,3	2,3	5,3	-8,3	6,7
Горохов	-	-	-	-	-	-	-
Число случаев за каждый год	18	10	17	17	17	19	10
Сумма отклонений	29,8	50,8	36,6	55,7	143,7	77,8	-70,1
Среднее отклонение	-1,7	-2,7	-2,2	-3,3	-8,4	-4,1	-7,9
Средние даты, пришедшие к одному периоду	7,6 VI	8,6 VI	3,7 VI	9,2 VI	14,3 VI	10,0 VI	20,3 V
	a_{51}	a_{52}	a_{53}	a_{54}	a_{55}	a_{56}	a_{57}

Расчет A_p

38,6	39,6	34,7	40,2	45,3	41,0	24,0
------	------	------	------	------	------	------

$$A_p = \frac{\sum a_i}{n} = \frac{1155,7}{31} = 37,3 \text{ V}$$

1957-1966									
1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	

даты от средней многолетней

0,7	3,3	3,3	3,3	2,7	2,7	9,7	1,3	-5,3	-
0,7	1,3	1,7	1,7	-3,3	5,3	-1,3	-0,7	-5,3	-
2,8	2,9	2,9	-1,9	-4,8	-1,2	10,2	1,8	-2,1	-5,2
1,9	0,1	0,8	0,1	0,1	-3,9	3,9	2,1	-	-
-11,0	-1,0	-1,0	1,0	-1,0	5,0	12,0	3,0	-	-
5,0	3,0	0,0	1,0	1,0	-1,0	7,0	-2,0	-7,0	-0,0
0,6	1,7	1,7	0,6	2,2	5,8	-1,4	-3,8	-	-
2,8	3,2	2,8	2,8	2,8	5,2	-8,2	-0,8	-3,2	-
1,2	5,2	1,2	0,8	1,2	1,2	7,2	-7,0	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-0,1	3,9	0,1	0,1	0,1	-2,9	8,0	4,1	-8,1	-6,0
2,1	6,0	1,9	10,1	-1,0	-1,0	3,9	0,1	-	-
4,3	0,1	3,9	4,3	-1,7	1,7	5,9	-	-5,7	-
13	15	15	15	11	12	14	1	1	-
31,3	-23,5	25,2	4,5	48,6	70,2	17,3	8,1	-10,0	-
-2,4	-1,6	1,8	0,3	3,5	5,8	1,2	-4,1	5,7	-
8,3 VI	4,3 VI	7,7 VI	5,6 VI	2,4 VI	0,1 VI	7,1 VI	14,0 VI	0,2 VI	-
a_{58}	a_{59}	a_{60}	a_{61}	a_{62}	a_{63}	a_{64}	a_{65}	a_{66}	a_{67}

от 1 мая

39,0	35,3	38,7	39,0	33,4	31,1	38,1	45,0	31,2
------	------	------	------	------	------	------	------	------

$$\sum a_i = 1155,7$$

$$A_p = 6,3 \text{ VI}$$

РАСЧЕТ ДЛЯ КАЖДОЙ СТАНЦИИ СРЕДНЕЙ МНОГОЛЕТНЕЙ ДАТЫ КОЛОШЕНИЯ ОЗИМОЙ РЖИ В,
ПРИВЕДЕННОЙ К ОДНОМУ ПЕРИОДУ ЛЕТ, ПО ОТКЛОНЕНИЯМ ФАКТИЧЕСКИХ ДАТ ОТ СРЕДНИХ

Станция	Годы наблюдений																	
	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953
Канши													0,7	0,3		+2,4	+1,4	+1,3
Савелово										-0,2	-3,1	-3,0	2,3	0,7	3,3	+0,3	-0,0	-6,3
Дмитров										-1,8	-0,9	3,0	-0,7	2,3	1,3	+1,4	+1,4	-0,3
Углич											-1,1	-2,0	0,3	-2,7	-0,3	-0,1	-2,6	-4,7
Рыбинск													0,7	-2,3	-5,7	-2,4	-1,4	-0,3
Полеховье					-3,0	-5,2	1,7	1,7		-4,2	-2,9	-2,0	-2,3	-0,3	-3,7	2,1	3,1	-2,3
Володарск																		
Тутаев													4,7		-3,7	-4,4	-0,6	-1,3
Данилов					-11,0	7,2	0,3			8,2	2,9	1,0	-0,7	-3,3	4,7	-4,4	+3,4	-2,3
Ярославль					-11,0		1,3				1,1	2,0	-0,7	0,3	0,3	-2,4	-3,6	3,7
Ростов											2,9	-7,0	0,3	-0,3	0,3	-0,4	0,6	3,7
Переславль-					5,0	-1,2	1,7	-3,4		0,2	-2,9	-3,0	0,3	-0,3	3,7	-1,6	-3,4	2,3
Залесский																		
Юрьев-					1,0	-1,2	2,3	-4,3		0,8		1,0	-0,7	-5,3	-4,7	-2,4	-0,4	
Польский																		
Александров													-4,7	-2,3	0,3		-5,4	0,3
Москва,															3,3	1,6	-7,6	
ВДНХ																		
Починки	-0,1	-2,7	1,3	-0,1	3,0	1,8	+12,7	-0,7	-0,1		1,1	-1,0	1,3	-2,7	0,3	-0,4	1,5	-3,7
Пелушки													-0,7	-0,3	0,3	-2,6	-1,4	-1,3
Павловский		0,5	0,5								1,1	1,0			5,3	-1,6	-2,6	0,3
Посад																		
Седизаново					5,0	2,8	2,1	1,7		0,2	1,1	1,0	0,1	1,1	1,1	-7,3	-1,3	-0,3
Гороховец													0,7	-2,7	5,3	7,9	0,3	-1,3

Станция	Годы наблюдений														Среднее отклонение $\frac{\sum (b_i - a_i)}{n}$	Число станций n	Среднее отклонение $\frac{\sum (b_i - a_i)}{n}$	$\frac{A_{\text{ср}}}{\frac{\sum (b_i - a_i)}{n}}$
	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946					
Канши	-5,8	2,7	-4,0	1,3	2,3	+5,7	2,3	1,6	+1,6	-3,1	+0,9			20,8	16	+1,3	7,6 VI	
Савелово	3,2	-0,3	-2,0	-9,7	-2,3	0,3	0,7	3,6	2,4	3,0	1,1		0,2	1,8	21	-0,1	6,4 VI	
Дмитров		-3,7	0,0			0,3	-3,7	3,6						-4,4	11	0,3	5,6 VI	
Углич	-8,8	-4,3	0,0	3,7	-0,3	1,7	1,7	-4,4	0,4	5,1	2,9		0,2	+0,2	20	0,0	6,3 VI	
Рыбинск	2,8	9,7	0,0		-3,7	1,3	18,3	-4,4	-11,0	13,9	-0,9			73,2	16	+4,6	10,9 VI	
Полеховье	-0,8	-3,7	0,0		-11,7	-5,7	-0,3	-4,7	+1,5	3,1	1,1			54,5	23	-2,4	8,7 VI	
Володарск																		
Тутаев	-2,2	1,7	0,0		3,7	-5,7	0,7	0,3	-3,6	0,1	2,1		0,2	-2,3	16	1,5	7,8 VI	
Данилов	-1,2	-1,7	0,0		-1,7	-7,7	-4,3	-4,4	1,3		-3,9		3,8	-8,7	22	3,7	10,0 VI	
Ярославль	-4,8	-1,7	-14,0					-2,4	2,4		5,1			6,2	16	0,4	5,9 VI	
Ростов	-0,8	-1,7	0,0	3,3	0,3	-2,3	-0,3	-2,4	2,4	3,1	1,3		1,8	+0,2	20	0,0	6,3 VI	
Переславль-	-4,8	-3,7	0,0	-0,7	-2,3	2,3	-1,7	-2,4	-3,6	0,1	-0,9			23,2	24	1,0	7,3 VI	
Залесский																		
Юрьев-	-0,8	3,3	-5,0															
Польский																		
Александров			-4,0							3,1				-13,3	7	+1,9	8,2 VI	
Москва, ВДНХ	-9,2	-7,3	-7,0	-0,3	-8,3	-11,3	-7,7	-5,6	-5,6	5,1	-3,1	-6,0		87,8	15	3,8	9,5 VI	
Починки	-0,8	0,3	5,0			3,3		3,6	0,3				0,2	0,1	24	0,0	6,3 VI	
Пелушки	-1,3	-0,7	0,0	4,3	-2,3	2,3	0,3	5,6	+6,4	0,1	3,1			7,7	17	0,4	5,9 VI	
Павловский	3,2		-2,0	2,3	1,3									20,1	12	1,7	4,6 VI	
Посад																		
Селиваново	3,2	5,3	4,0	3,3		-0,3	-0,3				-12,9			28,8	20	1,3	4,9 VI	
Гороховец	-4,2	-7,3	0,0	6,3	2,3	8,3	5,7	0,4	2,4	0,1	+2,9		3,2	-39,1	18	2,1	4,2 VI	

РАСЧЕТ СРЕДНЕГО КВАДРАТИЧЕСКОГО ОТКЛОНЕНИЯ σ
И СРЕДНЕЙ ОШИБКИ m

№ п/п	Отклонение $(b_i - a_i)$	$\frac{(b_i - a_i)}{n}$	$\frac{(b_i - a_i)^2}{n}$	№ п/п	Отклонение $(b_i - a_i)$	$\frac{(b_i - a_i)}{n}$	$\frac{(b_i - a_i)^2}{n}$	№ п/п	Отклонение $(b_i - a_i)$	$\frac{(b_i - a_i)}{n}$	$\frac{(b_i - a_i)^2}{n}$
1948	0,7	0,6	0,36	1945	0,2	0,1	0,01	1932	1,5	2,1	4,41
1949	0,3	-1,0	1,00	1946	3,1	3,2	10,24	1936	0,9	10,5	9,36
1951	2,4	1,1	1,21	1947	3,0	-3,1	9,61	1947	3,0	-2,7	7,29
1952	1,4	-0,1	0,01	1948	2,3	-2,4	5,76	1948	9,7	-0,4	0,16
1953	1,3	0,0	0,00	1949	-0,7	0,8	0,64	1949	2,3	-2,0	1,00
1954	5,5	-4,5	20,25	1950	3,3	3,4	11,56	1950	-1,3	-1,6	2,56
1955	2,7	1,4	1,96	1951	0,4	0,3	0,09	1951	1,4	-1,1	1,21
1956	4,0	-2,7	7,29	1952	-0,6	0,7	0,49	1952	1,4	-1,1	1,21
1957	1,3	-2,6	6,76	1953	6,3	6,2	38,44	1953	0,3	0,6	0,36
1958	2,3	3,6	12,96	1954	3,2	3,1	9,61	1954	4,7	5,4	29,16
1959	5,7	+4,4	19,36	1955	0,3	-0,4	0,16	1955	0,0	-0,1	0,01
1960	2,3	-1,0	1,00	1956	2,0	-1,9	3,61	1956	-0,3	0,6	0,36
1961	-1,6	2,9	8,41	1957	9,7	-9,6	92,16	1957	-3,7	-4,0	15,21
1962	1,6	0,3	0,09	1958	2,3	-2,4	5,76	1961	3,6	-3,9	15,21
1963	3,1	-4,4	19,36	1959	-0,3	0,4	0,16				
1964	0,9	-0,4	0,16	1960	-0,7	-0,8	0,64				
				1961	3,6	-3,7	13,69				
				1962	2,4	-2,4	5,76				
				1963	3,9	3,8	14,44				
				1964	-1,1	-1,2	1,44				
				1965	-0,2	0,3	0,09				
Число лет n	16			21				14			
$\frac{\sum (b_i - a_i)}{n}$	+1,3			+0,1				0,3			
$\sum \Delta a$	+00,18			224,36				87,35			
$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta a^2}{n}}$	$= \pm 2,6$			$= \pm 3,4$				$= \pm 2,5$			
$m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	$= \pm 0,6$			$= \pm 0,7$				$= \pm 0,7$			

Станция	H	σ	m
Кашин	7,6 VI	2,6	$\pm 0,7$
Савельево	6,4 VI	3,3	$\pm 0,7$
Климов	6,9 VI	4,25	$\pm 0,7$
Углич	6,3 VI	3,3	$\pm 0,8$
Рыбинск	10,9 VI	4,43	$\pm 1,1$
Поспеловское-Воздзарск	8,7 VI	3,80	$\pm 0,6$
Тутаев	7,8 VI	4,25	$\pm 0,6$
Линдов	10,0 VI	4,41	$\pm 0,6$
Ярославль	6,9 VI	3,3	$\pm 0,6$
Ростов	6,3 VI	4,25	$\pm 0,6$
Переяславль-Залесский	7,3 VI	4,28	$\pm 0,6$
Курьев-Польский	7,4 VI	4,33	$\pm 0,9$
Александров	8,2 VI	4,31	$\pm 1,2$
Москва, ВДЦХ	0,5 VI	4,41	$\pm 1,1$
Починки	6,3 VI	4,41	$\pm 0,8$
Перусси	3,9 VI	4,33	$\pm 0,8$
Павловский Посад	1,6 VI	4,16	$\pm 0,5$
Семаново	1,9 VI	4,40	$\pm 0,9$
Горьковский	4,2 VI	4,41	$\pm 1,0$

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
(11 планшет)

ВЫЧИСЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ ШИРОТЫ φ_0 , СРЕДНЕЙ ДОЛГОТЫ λ_0 ,
СРЕДНЕЙ ВЫСОТЫ H_0 И СРЕДНЕЙ ДАТЫ ПО ПЛАНШЕТУ B_0

Станция	Широта φ	Долгота λ	Высота H	Средняя дата по планшету B_0
Кашин	136,9			7,6 VI
Савельево	122,2			6,4 VI
Климов	183,4			6,9 VI
Углич	119,4			6,3 VI
Рыбинск	104,0			10,9 VI
Поспеловское-Воздзарск	109,3			8,7 VI
Тутаев	123,4			7,8 VI
Линдов	152,0			10,0 VI
Ярославль	100,7			6,3 VI
Ростов	174,4			7,3 VI
Переяславль-Залесский	151,6			7,4 VI
Курьев-Польский	154,6			8,2 VI
Александров	137,0			6,3 VI
Починки	146,7			5,9 VI
Павловский Посад	134,1			4,6 VI
Семаново	124,8			4,9 VI
Горьковский	78,8			4,2 VI
Сумма	10245,57	706,03	2382,2	125,3
Число станций	18	18	18	18
Средняя	$\varphi_0 = 568,64^\circ$	$\lambda_0 = 39^\circ 13'$	$H_0 = 132,3$	$B_0 = 7,9 VI$

СОСТАВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ НОРМАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Станция	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>f</i>	Примножение разностей широт, долгот, азимута и фазовый								
	($\alpha - \alpha_0$)	($\delta - \delta_0$)	($H - H_0$)	($B - B_0$)	<i>aa</i>	<i>ab</i>	<i>ac</i>	<i>af</i>	<i>bb</i>	<i>bc</i>	<i>bf</i>	<i>cc</i>	<i>cf</i>
Кашин	-25	-98	-4,6	+0,6	625	2450	+115,0	-15,0	9604	450,8	58,8	21,2	-2,8
Савелово	4	-110	10,1	-0,6	16	-440	-40,3	+2,4	12100	-1111,0	-66,0	102,0	-6,1
Дмитров	35	99	+51,1	0,4	1225	3433	1788,5	-14,0	9801	3058,9	394,5	2031,2	20,4
Углич	-34	-55	12,4	0,7	1156	1870	421,6	-23,8	3023	482,0	-38,5	153,8	8,7
Рыбинск	-70	-32	28,3	-3,9	4900	2240	-1981,0	-274,0	1024	-905,6	121,8	-8008,9	110,1
Пешехово-	-93	5	-23,0	-1,7	8649	465	2139,0	+158,1	25	-115,0	8,5	529,0	-39,1
Володарск													
Тутаев	-58	-19	-9,3	-0,8	3364	-1102	539,4	-16,4	361	175,7	-14,2	80,5	7,1
Данилов	-76	-58	-22,7	+3,0	5776	-4108	-1725,2	-228,0	3364	-1316,6	-174,0	515,3	-68,1
Ярославль	-42	-41	36,3	1,1	1764	-1722	1524,6	16,2	1681	1188,3	15,1	1371,7	-39,9
Ростов	+16	-12	-31,6	0,7	256	+192	805,5	11,2	141	379,2	8,1	998,6	+22,1
Переславль-	-13	23	-42,0	-0,3	169	-299	-46,0	-3,9	529	966,0	5,9	1761,0	+12,6
Залесский													
Юрьев-	-27	-28	-19,2	-0,4	729	756	518,4	-10,8	781	557,6	-11,2	368,5	7,7
Польский													
Александров	-32	28	-52,3	1,2	1024	-896	1673,6	38,4	781	1464,1	33,6	2735,3	-62,8
Починки	-61	-16	-4,7	0,3	3721	+2806	-286,7	+42,7	2316	-216,2	-32,2	22,1	3,3
Петушки	-60	+15	-14,1	1,1	3600	-900	864,0	-66,0	225	-216,0	16,5	207,4	15,8
Павловск	-70	-32	+1,8	2,1	4900	+2240	-126,0	168,0	1024	57,6	-76,8	3,2	4,3
Посад													
Селиваново	-59	-147	7,5	2,1	3481	8673	-4442,5	-123,9	21609	-1102,5	308,7	55,2	+15,8
Горохово	-46	-217	53,3	2,8	2116	-9982	2461,0	128,8	47089	-11609,5	607,5	2862,2	149,8
Сумма					+17471	9766	-8130,3	-1132,0	-115289	-18086,3	765,4	22417,2	19,4

Система нормальных уравнений

Общая форма

II планет

$$[aa] K_1 + [ab] K_2 + [ac] K_3 + [af]$$

$$+ 17471,0 K_1 - 9766,0 K_2 - 8130,3 K_3 - 1132,0$$

$$[ab] K_1 + [bb] K_2 + [bc] K_3 + [bf]$$

$$9766,0 K_1 - 115289,0 K_2 - 18086,3 K_3 = -765,4$$

$$[ac] K_1 + [bc] K_2 + [cc] K_3 + [cf]$$

$$8130,3 K_1 - 18086,3 K_2 + 22417,2 K_3 = 19,4$$

РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ НОРМАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Разделив в каждом уравнении все члены на коэффициент при K_1 , получаем упрощенные уравнения. Например, в уравнении $+47471 K_1 - 9766 K_2 - 8130,3 K_3 = +1132,0$ делим: $\frac{47471}{47471} = 1$, $\frac{-9766}{47471} = -0,2057$, $\frac{-8130,3}{47471} = -0,1713$, $\frac{11320}{47471} = 0,0238$, $r \begin{cases} +1 K_1 - 0,2057 K_2 - 0,1713 K_3 = 0,0238 \\ +1 K_1 - 11,8051 K_2 + 1,8520 K_3 = 0,0784 \\ +1 K_1 + 2,2246 K_2 - 2,7572 K_3 = -0,0240 \end{cases}$

Решаем систему уравнений методом определителей, для этого находим определители D , D_1 , D_2 , D_3 .

$$D = \begin{vmatrix} 1 & -0,2057 & -0,1713 \\ 1 & -11,8051 & +1,8520 \\ 1 & +2,2246 & -2,7572 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & +11,5994 & -2,0233 \\ 0 & -14,0297 & +4,6092 \\ 1 & +2,2246 & -2,7572 \end{vmatrix} = +1 \cdot (+11,5994 \cdot 4,6092 - 2,0233 \cdot 14,0297) = 53,4640 - 28,3863 = +25,0777,$$

$$D_1 = \begin{vmatrix} 0,0238 & -0,2057 & -0,1713 \\ 0,0784 & -11,8051 & +1,8520 \\ -0,0240 & +2,2246 & -2,7572 \end{vmatrix} = 0,0238 \cdot (11,8051 \cdot 2,7572 - 2,2246 \cdot 1,8520) - 0,0784 (+0,2057 \cdot 2,7572 + 0,1713 \cdot 2,2246), \\ = -0,0240 \cdot (-0,2057 \cdot 1,8520 - 0,1713 \cdot 11,8051) = 0,0238 (32,5490 - 4,1200) - 0,0784 (0,5672 + 0,3811) - 0,0240 (-0,3800 - 2,0222) = \\ = 0,6766 - 0,0743 + 0,0577 = 0,6600,$$

$$K_1 = \frac{D_1}{D}, \quad K_1 = \frac{0,6600}{25,0777} = 0,0263;$$

$$D_2 = \begin{vmatrix} 1 & +0,0238 & -0,1713 \\ 1 & +0,0784 & +1,8520 \\ 1 & +0,0240 & -2,7572 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & -0,0546 & -2,0233 \\ 0 & +0,1024 & +4,6092 \\ 1 & -0,0240 & -2,7572 \end{vmatrix} = 1 \cdot (-0,0546 \cdot 4,6092 + 2,0233 \cdot 0,1024) = -0,2517 + 0,2072 = -0,0445,$$

$$K_2 = \frac{D_2}{D} \quad K_2 = \frac{-0,0445}{25,0777} = -0,0018;$$

$$D_3 = \begin{vmatrix} 1 & -0,2057 & +0,0238 \\ 1 & -11,8051 & +0,0784 \\ 1 & +2,2246 & -0,0240 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & +11,5994 & -0,0546 \\ 0 & -14,0297 & +0,1024 \\ 1 & +2,2246 & -0,0240 \end{vmatrix} = 1 \cdot (11,5994 \cdot 0,1024 - 14,0297 \cdot 0,0546) = 1,1878 - 0,7660 = 0,4218,$$

$$K_3 = \frac{D_3}{D} \quad K_3 = \frac{0,4218}{25,0777} = 0,0168.$$

Проверка правильности расчета коэффициентов

В систему уравнений r подставим полученные коэффициенты и произведем вычисления. Если значения свободных членов одинаковые, коэффициенты рассчитаны правильно:

$$0,0263 - 0,2057 \cdot (-0,0018) - 0,1713 \cdot 0,0168 = 0,0263 + 0,0004 - 0,0029 = 0,0238, \\ 0,0263 - 11,8051 \cdot (-0,0018) + 1,8520 \cdot 0,0168 = 0,0263 + 0,0212 + 0,0313 = 0,0788, \\ 0,0263 - 2,2246 \cdot (-0,0018) - 2,7572 \cdot 0,0168 = 0,0263 - 0,0040 - 0,0466 = -0,0240.$$

Составляем уравнение регрессии:

$$y = 7,0 \sqrt{V} + 0,0263 (y - 116') - 0,0018 (x - 553') + 0,0168 (H - 132)$$

ПРОВЕРКА ПОЛУЧЕННОГО УРАВНЕНИЯ

$$y = 7,0/\sqrt{1} + 0,026(\varphi - 116') - 0,002(\lambda - 553') + 0,017(H - 132)$$

Станция	$B_0 + K_1(\varphi - \varphi_0) + K_2(\lambda - \lambda_0) + K_3(H - H_0) = y$	B	$(B - y) \cdot 10^3$	$m = \frac{1}{\sqrt{n}}$	$t = \frac{y}{m}$
Капши	$7,0 + 0,026 \cdot 25 + 0,002 \cdot 98 + 0,017 \cdot 4,6 = 7,9$	7,6	0,3	$\pm 0,6$	0,50
Саведово	$7,0 + 0,026 \cdot 4 + 0,002 \cdot 110 + 0,017 \cdot 10,1 = 6,9$	6,4	0,5	$\pm 0,7$	0,71
Дмитров	$7,0 + 0,026 \cdot 35 + 0,002 \cdot 99 + 0,017 \cdot 51,1 = 7,1$	6,6	0,5	$\pm 0,7$	0,71
Углич	$7,0 + 0,026 \cdot 34 + 0,002 \cdot 55 + 0,017 \cdot 12,4 = 7,8$	6,3	1,5	$\pm 0,8$	1,88
Рыбинск	$7,0 + 0,026 \cdot 70 + 0,002 \cdot 32 + 0,017 \cdot 28,3 = 8,4$	10,0	-2,6	$\pm 1,1$	2,27
Понсековье-Володарск	$7,0 + 0,026 \cdot 93 + 0,002 \cdot 5 + 0,017 \cdot 23,0 = 9,0$	8,7	0,3	$\pm 0,6$	0,50
Тутаев	$7,0 + 0,026 \cdot 58 + 0,002 \cdot 19 + 0,017 \cdot 9,3 = 8,3$	7,8	0,5	$\pm 0,6$	0,83
Данилов	$7,0 + 0,026 \cdot 76 + 0,002 \cdot 58 + 0,017 \cdot 22,7 = 9,3$	10,0	-0,7	$\pm 0,6$	1,17
Ярославль	$7,0 + 0,026 \cdot 42 + 0,002 \cdot 41 + 0,017 \cdot 36,3 = 7,4$	5,9	1,5	$\pm 1,3$	1,10
Ростов	$7,0 + 0,026 \cdot 16 + 0,002 \cdot 12 + 0,017 \cdot 31,6 = 6,9$	6,3	0,6	$\pm 0,6$	1,00
Переславль-Залесский	$7,0 + 0,026 \cdot 13 + 0,002 \cdot 23 + 0,017 \cdot 4,2 = 6,8$	7,3	-0,5	$\pm 0,6$	0,83
Юрьев-Польский	$7,0 + 0,026 \cdot 27 + 0,002 \cdot 28 + 0,017 \cdot 19,2 = 6,6$	7,4	-0,8	$\pm 0,9$	0,89
Александров	$7,0 + 0,026 \cdot 32 + 0,002 \cdot 28 + 0,017 \cdot 52,3 = 7,1$	8,2	-1,1	$\pm 1,2$	0,92
Починки	$7,0 + 0,026 \cdot 61 + 0,002 \cdot 46 + 0,017 \cdot 4,7 = 5,6$	6,3	-0,7	$\pm 0,8$	0,88
Петушки	$7,0 + 0,026 \cdot 60 + 0,002 \cdot 15 + 0,017 \cdot 14,4 = 5,6$	5,9	-0,3	$\pm 0,8$	0,38
Наволоцкий Посад	$7,0 + 0,026 \cdot 70 + 0,002 \cdot 32 + 0,017 \cdot 1,8 = 5,2$	4,6	-0,6	$\pm 0,5$	1,20
Селиваново	$7,0 + 0,026 \cdot 59 + 0,002 \cdot 147 + 0,017 \cdot 7,5 = 5,1$	4,9	-0,2	$\pm 0,9$	0,22
Гороховец	$7,0 + 0,026 \cdot 46 + 0,002 \cdot 217 + 0,017 \cdot 53,5 = 4,5$	4,2	0,3	$\pm 1,0$	0,30

РАСЧЕТ ФЕНОДАТ y ДЛЯ ПРЕДЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ПО УРАВНЕНИЮ РЕГРЕССИИ $y = 7,0/\sqrt{1} + 0,026(\varphi - 116') - 0,002(\lambda - 553') + 0,017(H - 132)$

Географические координаты по предельным площадям		$H \text{ м}$	$B = K_1(\varphi - \varphi_0) + K_2(\lambda - \lambda_0) + K_3(H - H_0) = y$
φ	λ		
58° 20'	37° 30'	160	$7,0 + 0,026(200' - 116') - 0,002(450' - 553') + 0,017 \cdot 28 = 10 \sqrt{1}$
58° 20'	39° 30'	150	$7,0 + 0,026(200' - 116') - 0,002(570' - 553') + 0,017 \cdot 18 = 10 \sqrt{1}$
58° 20'	40° 30'	140	$7,0 + 0,026(200' - 116') - 0,002(630' - 553') + 0,017 \cdot 8 = 9 \sqrt{1}$
57° 40'	37° 30'	150	$7,0 + 0,026(160' - 116') - 0,002(450' - 553') + 0,017 \cdot 18 = 9 \sqrt{1}$
57° 40'	38° 30'	130	$7,0 + 0,026(160' - 116') - 0,002(510' - 553') + 0,017 \cdot (-2) = 8 \sqrt{1}$
57° 40'	39° 30'	145	$7,0 + 0,026(160' - 116') - 0,002(570' - 553') + 0,017 \cdot 13 = 8 \sqrt{1}$
57° 40'	40° 30'	103	$7,0 + 0,026(160' - 116') - 0,002(630' - 553') + 0,017 \cdot (-29) = 8 \sqrt{1}$
57° 00'	37° 30'	125	$7,0 + 0,026(120' - 116') - 0,002(450' - 553') + 0,017 \cdot (-7) = 7 \sqrt{1}$
57° 00'	38° 30'	157	$7,0 + 0,026(120' - 116') - 0,002(510' - 553') + 0,017 \cdot 25 = 8 \sqrt{1}$
57° 00'	39° 30'	148	$7,0 + 0,026(120' - 116') - 0,002(570' - 553') + 0,017 \cdot 16 = 7 \sqrt{1}$
57° 00'	40° 00'	128	$7,0 + 0,026(120' - 116') - 0,002(630' - 553') + 0,017 \cdot (-7) = 7 \sqrt{1}$
56° 20'	37° 30'	180	$7,0 + 0,026(80' - 116') - 0,002(450' - 553') + 0,017 \cdot 48 = 7 \sqrt{1}$
56° 20'	38° 30'	170	$7,0 + 0,026(80' - 116') - 0,002(510' - 553') + 0,017 \cdot 38 = 7 \sqrt{1}$
56° 20'	39° 30'	163	$7,0 + 0,026(80' - 116') - 0,002(570' - 553') + 0,017 \cdot 31 = 7 \sqrt{1}$
56° 20'	40° 30'	141	$7,0 + 0,026(80' - 116') - 0,002(630' - 553') + 0,017 \cdot 9 = 5 \sqrt{1}$
56° 20'	41° 30'	133	$7,0 + 0,026(80' - 116') - 0,002(690' - 553') + 0,017 \cdot 1 = 6 \sqrt{1}$
56° 20'	42° 30'	116	$7,0 + 0,026(80' - 116') - 0,002(750' - 553') + 0,017 \cdot (-15) = 5 \sqrt{1}$

ВЫЧИСЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ
И УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ ПО СРЕДНИМ МНОГОЛЕТНИМ ДАННЫМ
КОЛОШЕННИЙ И ЦВЕТЕНИЙ ОЗИМОЙ РУЖИ

Наименование станции	Дата наблюдения годы	Отклонение от среднего		Σу ²	Σу ²	Σу ²	Σу ²	Σу ²	Σу ²
		у ¹	у ²						
Белогорск	8 VI	24 VI	3,7	5,4	13,7	29,2	20,1	4,1	82,5
Рязань	7 VI	22 VI	1,2	3,4	7,3	11,6	9,2	6,1	37,2
Кашино	7 VI	20 VI	2,7	1,4	7,3	2,0	3,8	4,1	10,8
Купальное	6 VI	22 VI	1,7	3,4	2,9	11,6	5,8	5,1	26,0
Коселья	10 VI	25 VI	3,7	-6,4	32,5	11,0	36,3	12,1	166,4
Красная	11 VI	26 VI	6,7	7,3	44,5	54,8	19,6	14,1	198,8
Новый									
Белогорск	8 VI	23 VI	3,7	4,1	13,7	19,4	16,3	8,1	65,6
Белый	5 VI	21 VI	0,7	2,4	0,5	5,8	1,7	3,1	9,6
Земля	4 VI	19 VI	0,3	1,0	0,1	2,5	0,3	1,9	3,6
Земля									
Видный	7 VI	22 VI	2,7	1,4	7,3	11,6	9,2	6,1	37,2
Вологск	6 VI	21 VI	-1,7	+2,4	2,9	5,8	4,1	4,1	16,8
Торжок	4 VI	20 VI	0,3	1,1	0,1	2,0	0,3	1,1	1,2
Томь	8 VI	23 VI	3,7	1,4	13,7	19,4	16,3	8,1	65,6
Осташков	6 VI	20 VI	1,7	1,4	2,9	2,0	2,1	3,1	9,6
Серебряно	4 VI	19 VI	0,3	0,4	0,1	0,2	0,1	-0,1	0,0
Торжок	4 VI	17 VI	0,3	1,6	0,1	2,6	0,5	1,9	3,6
Угрюмово	9 VI	24 VI	1,7	5,4	22,1	25,2	23,4	-10,1	102,0
Маслянка	1 VI	15 VI	3,3	3,6	10,9	12,9	11,9	6,9	47,6
Рязань	31 VI	14 VI	-4,3	4,6	18,5	21,2	19,8	8,9	75,2
Шелек	31 VI	17 VI	7,3	1,9	1,7	2,6	2,1	9,9	8,1
Строково									
Сосново	2 VI	17 VI	2,3	1,6	6,3	2,6	3,7	3,9	13,2
Шолово	28 VI	16 VI	7,3	8,6	23,3	21,0	62,8	13,9	222,8
Тума	6 VI	19 VI	1,7	1,4	2,9	0,2	0,7	2,1	4,1
Белая	29 VI	16 VI	2,3	2,6	3,3	6,8	6,0	1,9	21,0
Рязань	29 VI	11 VI	6,3	7,3	39,7	57,8	57,9	13,9	193,9
Ильинск	2 VI	15 VI	2,3	3,6	5,3	15,0	8,3	5,9	44,5
Михайлов	2 VI	15 VI	2,3	3,6	5,3	15,0	8,3	5,9	44,5
Кашира	3 VI	17 VI	1,3	1,6	1,7	2,6	2,1	2,9	8,1
Шолово-Мерс-	6 VI	22 VI	1,7	-3,4	2,9	11,6	6,8	5,1	26,0
Самы									
Кали	6 VI	20 VI	-1,7	1,4	2,9	3,0	2,4	3,1	9,6
Можайск	5 VI	22 VI	+0,7	-3,4	0,5	11,6	2,4	4,1	25,8
Починки	7 VI	19 VI	+2,7	0,3	7,3	2,0	1,1	3,1	9,6
Судяково	4 VI	17 VI	-0,3	-1,6	0,1	2,6	0,5	1,9	3,6
Узловое	6 VI	19 VI	1,7	-0,4	2,9	0,2	0,7	2,1	4,1
Кураховское	5 VI	19 VI	-0,7	+0,4	0,5	0,2	-0,3	-1,1	1,2
Серебряно	2 VI	19 VI	2,3	0,3	5,3	0,2	0,9	1,9	3,6
Павловский	4 VI	17 VI	-0,3	1,6	0,1	2,6	-0,5	1,9	3,6
Посад									
Ленино-	31 VI	14 VI	-4,3	4,6	18,5	21,2	-19,8	8,9	75,2
Лачное									
Москва,	30 VI	15 VI	5,3	-3,6	28,1	13,0	+19,1	8,9	75,2
ВЗНХ									

Наименование станции	Дата наблюдения годы	Дата цветения годы	Отклонение от среднего		Σу ²	Σу ²	Σу ²	Σу ²	Σу ²
			у ¹	у ²					
Коломна	6 VI	20 VI	1,7	+1,4	2,9	2,0	+2,4	3,1	9,6
Супорож	4 VI	16 VI	-0,3	-2,6	0,1	6,8	-0,8	-2,9	8,2
Лытйно	7 VI	20 VI	+2,7	+1,4	7,3	2,0	3,8	-4,1	16,8
Волово	6 VI	20 VI	+1,7	1,4	2,9	2,0	2,4	-3,1	9,6
Рязань									
Чернь	3 VI	18 VI	1,3	-0,6	1,7	0,4	0,5	1,9	3,6
Волово	3 VI	17 VI	-1,3	-1,6	1,7	2,6	-2,1	2,9	8,4
Царево	5 VI	15 VI	+0,7	-3,6	0,5	13,0	2,5	2,9	8,4
Царево	1 VI	15 VI	-3,3	-2,6	10,9	6,8	-4,8	5,9	31,8
Алексин	31 VI	15 VI	4,3	3,6	18,5	13,0	15,5	7,9	62,4
Тула	31 VI	15 VI	1,3	5,6	18,5	31,4	24,1	9,9	98,0
Белый	31 VI	15 VI	1,3	5,6	18,5	31,4	24,1	9,9	98,0
Ланской	11 VI	24 VI	6,7	3,4	43,9	29,2	66,2	12,1	146,4
Пензенское	9 VI	24 VI	4,7	3,4	22,1	29,2	25,1	10,1	102,0
Волово									
Рязань	10 VI	21 VI	6,7	1,4	32,5	29,2	30,8	11,1	123,2
Тула	5 VI	22 VI	1,7	3,4	0,5	11,6	-2,4	4,1	16,8
Рязань	6 VI	20 VI	-1,7	-1,4	2,9	2,0	2,4	3,1	9,6
Морозов	8 VI	21 VI	-3,7	1,4	13,7	5,8	8,9	-6,1	37,2
Угрюмово	6 VI	20 VI	+2,7	1,4	2,9	2,0	2,4	3,1	9,6
Тереклань	5 VI	22 VI	1,7	3,4	7,3	11,6	-9,2	6,1	37,2
Залесский	4 VI	18 VI	0,3	0,6	0,1	0,4	0,2	0,9	0,8
Серебряно	3 VI	16 VI	1,3	-2,6	1,7	6,8	-3,4	3,5	15,2
Валдайск	5 VI	18 VI	+0,7	-0,6	0,5	0,4	0,4	0,1	0,0
Алексин									
Рязань	4 VI	19 VI	0,3	+0,4	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0
Петухово	31 VI	16 VI	4,3	2,6	18,5	6,8	11,2	6,9	47,6
Муром	9 VI	23 VI	4,7	0,4	22,1	41,0	30,1	11,1	123,2
Юрьев-									
Польский	2 VI	16 VI	2,3	2,6	5,3	6,8	6,0	4,9	24,0
Горохово	2 VI	16 VI	-2,3	-2,6	5,3	6,8	5,0	4,9	24,0
Коприно	5 VI	17 VI	0,7	1,6	0,5	2,6	1,1	0,9	0,8
Волово	1 VI	17 VI	0,3	1,6	0,1	2,6	0,5	1,9	3,6
Пензенское	3 VI	18 VI	-1,3	-0,6	1,7	0,4	0,8	0,9	3,6
Серебряно	4 VI	18 VI	0,3	-0,6	0,1	0,4	0,2	0,9	0,8
Тула	8 VI	22 VI	-3,7	3,4	13,7	11,6	12,6	7,1	50,4
Духовицкий	3 VI	19 VI	1,3	0,4	1,7	0,2	0,3	0,9	0,8
Рязань	5 VI	20 VI	1,7	1,4	0,5	2,0	1,0	2,1	4,1
Белый	5 VI	19 VI	0,7	1,4	0,5	0,2	0,3	1,1	1,2
Серебряно	1 VI	16 VI	3,3	2,6	10,9	6,8	8,6	5,9	31,8
Ленино	4 VI	19 VI	-0,3	0,4	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0
Рязань	4 VI	14 VI	3,3	-4,6	10,9	21,2	19,8	-8,9	79,2
Жуковский	31 VI	14 VI	4,3	4,6	18,5	21,2	19,8	-8,9	79,2
Сухиничи	1 VI	14 VI	3,3	4,6	10,9	21,2	19,8	-8,9	79,2
Серебряно	4 VI	18 VI	0,3	0,6	0,1	0,4	0,2	0,9	0,8
Муром	6 VI	19 VI	-1,7	0,4	2,9	0,2	0,7	2,1	4,1
Московский	6 VI	20 VI	-1,7	+1,4	2,9	2,0	2,4	3,1	9,6
Матвеев-									
Лытйно	4 VI	18 VI	-0,3	-0,6	0,1	0,4	0,2	0,9	0,8
Канаш									

РАСЧЕТ СРЕДНЕГО КВАДРАТИЧЕСКОГО ОТКЛОНЕНИЯ
МЕЖФАЗНОГО ПЕРИОДА ПОСАДКА — ЦВЕТЕНИЕ

Год	x	Δx	Δx²	Год	x	Δx	Δx²
Панель							
1936	51	9,7	94,1	1939	59	7,6	57,8
1938	53	-7,7	59,3	1940	78	-11,4	130,0
1939	49	11,7	136,9	1941	72	14,6	213,2
1940	67	-6,3	39,7	1942	79	12,4	153,8
1941	62	-1,3	1,7	1948	54	12,6	158,8
1946	66	5,3	28,1	1949	67	-0,4	0,2
1947	56	4,7	22,1	1951	47	19,6	384,2
1948	60	0,7	0,5	1952	56	-10,6	112,4
1949	73	-12,3	151,3	1953	62	-4,6	21,2
1950	70	+9,3	86,5	1954	86	-19,4	376,4
1951	73	12,3	151,3	1955	79	-12,4	153,8
1952	61	-19,7	388,1	1956	86	-19,4	376,4
1953	53	7,7	59,3	1957	52	-11,6	213,2
1954	48	-12,7	161,3	1958	68	+1,4	2,0
1955	80	19,3	372,5	1962	74	-17,4	301,8
1956	68	-7,3	53,3	1960	64	-2,6	6,8
1957	60	-0,7	0,5	1961	68	+1,4	2,0
1958	77	+16,3	265,7	1959	57	-9,6	92,2
1960	61	-0,3	0,1	1963	60	-2,4	5,8
1961	57	13,7	187,7	1964	59	-7,6	57,8
1962	58	-2,7	7,3	1965	78	11,4	130,0
1963	68	+7,3	53,3	1966	72	+5,4	29,2
1964	53	-7,7	59,3				
1966	65	-2,3	5,3				
Число лет	21		2384,2	Число лет	22		2732,0
Сумма	1445			Сумма	1460		
Средняя	69,7			Средняя	66,6		

$$m = \frac{1}{\sqrt{n}} \cdot \frac{s}{\sqrt{23}} \cdot m = \pm 2,0,$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum \Delta x^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2384,2}{20}} = 10,23$$

Δx — межфазный период,
Δx — отклонение от средней

$$m = \frac{1}{\sqrt{n}} \cdot \frac{s}{\sqrt{27}} \cdot m = \pm 2,0,$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum \Delta x^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2732,0}{21}} = 11,1$$

ГРУППИРОВКА СТАНЦИИ ПО СРОКАМ ПОСАДКИ

Станция	Дата посадки	Межфазный период	Станция	Дата посадки	Межфазный период
Группа I (25 V — 28 V)					
Возле ст. Моточное	25,9 V	61,2	Берисово-Судское	30,0 V	66,2
Ватопеда	28,9 V	63,3	Павлоград	30,4 V	62,5
Кирпичный	27,0 V	63,2	Белозерск	29,7 V	56,2
Усть-Уфа	26,2 V	61,9	Сыктывкар	1,7 V	42,0
Коробово	26,7 V	61,7	Пустынь	31,0 V	63,5
Переполов	25,6 V	62,0	Усть-Уфа	1,2 V	64,5
Павлоград	29,2 V	61,8	Пенкурган	21 V	61,7
Царское	29,2 V	61,8	Давыдовский Березовик	1,1 V	57,0
Онега	27,0 V	62,9	Турасово	2,1 V	63,2
Сумма	244,7	565,6	Евельс	1,5 V	62,4
Число станций	9		Холмогоры	2,2 V	63,7
Средняя дата посадки	27,2 V	62,8	Вельск	1,7 V	63,2
Группа II (30 V — 3 V)					
Сумма	382,7	762,1	Число станций	12	
Средняя дата посадки	31,9 V	62,7	Средняя дата посадки	31,9 V	62,7
Группа III (4 V — 5 V)					
Шангалы	3,9 V	61,6	Группа IV (9 V — 13 V)		
Водоканал	6,1 V	60,8	Лавна	9,6 V	55,1
Венгрия	7,4 V	56,7	Троицко-Печорск	9,0 V	59,7
Дача	6,1 V	59,9	Сумма		
Усть-Кулом	7,0 V	55,5	Пинега	8,8 V	60,7
Мезень	5,7 V	69,6	Усть-Пятор	9,2 V	62,0
Каргополь	4,9 V	60,5	Усть-Уфа	11,2 V	55,1
Павлоград	6,7 V	66,6	Ореховское	10,0 V	61,6
Верхняя Тольва	4,8 V	57,6	Павлов-Мар	14,1 V	55,7
Архангельск	7,9 V	59,3	Видловское	10,4 V	52,0
Опачинское	8,2 V	58,9	Усть-Пильма	8,4 V	55,2
Сумма	68,7	663,0	Сумма	89,7	517,1
Число станций	11		Число станций	9	
Средняя дата посадки	6,2 V	60,2	Средняя дата посадки	10,0 V	57,4
Средний межфазный период		60,2	Средний межфазный период		57,4

РАСЧЕТ СРЕДНЕГО МНОГОЛЕТНЕГО МЕЖФАЗНОГО ПЕРИОДА ПОСАДКИ — ЦВЕТЕНИЕ, ПРИВЕДЕННОГО
К КАЛЕНДАРНОМУ СРОКУ ПОСАДКИ

Станция	Дата посадки	Средний межфазный период	Посадка на кален- дарную дату посадки (VI)	Исправ- ленная межфазный период	Дата цветения (при посадке VII)	Посадка на кален- дарную дату посадки (VI)	Исправ- ленный межфазный период	Дата цветения (при посадке VII)
Емецк	1,5 VI	62,4	- 0,2	62,7	2,7 VII	33,7 VII	1,5	4,9 VII
Онега	27,0 V	62,1	0,7	62,2	2,2 VII	33,2 VII	2,1	4,8 VII
Конево	8,2 VI	58,9	- 4 3,9	62,8	2,8 VII	33,8 VII	2,1	5,0 VII
Турчасово	2,1 VI	63,2	- 0,4	63,6	3,6 VII	34,6 VII	1,3	5,9 VII
Ковонга	1,3 VI	63,0	- 0,2	63,2	3,2 VII	34,2 VII	1,6	5,4 VII
Верхняя Торма	4,8 VI	57,6	- 1,7	59,3	30,3 VII	30,3 VII	0	1,6 VII
Вельск	1,7 VI	63,2	- 0,4	63,6	3,6 VII	34,6 VII	1,3	5,8 VII
Валегодское	10,4 VI	52,9	- 1,6	57,5	28,6 VII	28,6 VII	- 3,8	30,8 VII
Каргополь	4,9 VI	60,9	- 1,8	62,3	2,3 VII	33,3 VII	0	4,5 VII
Нивега	8,8 VI	60,7	- 1,3	65,0	5,0 VII	35,0 VII	- 2,5	7,2 VII
Шенкурск	2,1 VI	61,7	0,8	65,5	5,5 VII	35,5 VII	1,3	7,4 VII
Лешуконское	6,7 VI	66,6	- 2,7	69,3	9,3 VII	40,3 VII	1,0	11,6 VII
Холмогоры	2,2 VI	63,7	- 0,7	64,4	4,4 VII	35,4 VII	1,3	6,4 VII
Шангалы	3,9 VI	61,6	- 1,1	65,0	3,0 VII	34,0 VII	0,4	5,2 VII
Архангельск, опытное поле	7,9 VI	69,3	- 3,8	65,1	3,1 VII	34,1 VII	2,0	5,3 VII
Двинский Березняк	1,1 VI	57,0	0	57,0	28,0 VII	28,0 VII	1,6	30,4 VII

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Б. Улазов А. Г. Оценка условий вса-обеспеченности и фенотипич-
ности урожая хлопчатника в Узбекистане. — Методы и приборы, 1970, № 7.
2. А. Д. Сидимовский и другие. Ресурсы районов орошения целинных и
западных земель. Т. 1. Издательство, 1959.
3. А. Д. Сидимовский, Т. Г. Прохорова О. А., Р. Б. Игнатьев Е. С. Курс вы-
сшего курса. Т. 1. Издательство, 1962.
4. А. Д. Сидимовский А. М. Всплодород культурных растений. Т. 1. Издательство
1964.
5. А. Д. Сидимовский А. М. Вопросы водопользования культурных растений. —
В кн.: «Водопользование орошаемых земель». М., Изд-во МП СССР,
1957.
6. А. Д. Сидимовский А. М. Биологические основы плодотворности орошаемых
культур. — В кн.: «Орошаемое земледелие Непригодной части СССР». М., «Ко-
лос», 1965.
7. А. Д. Сидимовский А. М. Всплодород и приращение и их преобразование. Т. 1.
Ташкентский изд-во, 1969.
8. А. Д. Сидимовский С. М. Периодический режим сельскохозяйственных культур
в южной части Украины. Реферат работы, представленный на сессии ученой
степени доктора наук. Киев, 1965.
9. А. Д. Сидимовский С. М. Всплодород и плодотворность орошаемых культур и по-
ливных земель. В кн.: «Всплодород и плодотворность орошаемых земель». М.,
«Наука», 1966.
10. В. А. Мамонтов В. А. Всплодородная карта Украины. — В кн.: «Всплодород-
ное земледелие». М., «Сельхозгиз», 1964.
11. В. А. Мамонтов В. А. Метод макрофенологического картографирования. —
Госстроб, 1967, № 9.
12. В. А. Мамонтов В. А. О методе составления фенологических карт для
крупных культур. — Сборник работ Свердловской гидрометеорологической обсер-
ватории. Вып. 2. Свердловск, 1966.
13. В. А. Мамонтов В. А. Засуха и различные периоды развития сельскохо-
зяйственных растений и ее влияние на урожайность. — В кн.: «Засуха в СССР,
их происхождение, последствия и влияние на урожай». Т. 1. Издательство
1965.
14. В. А. Мамонтов В. А. К вопросу составления фенологических карт сель-
скохозяйственных культур. — В кн.: «Методы составления карты фенологиче-
ского земледелия». М., «Сельхозгиз», 1966, № 1.
15. В. А. Мамонтов В. А. Т. О. Об агрометеорологическом обосновании по-
ливных режимов сельскохозяйственных культур. — Всп. сельхозгиз, 1960, № 2.
16. В. А. Мамонтов В. А. Агрометеорологический режим года. Свердловск, 1960, № 2.
17. В. А. Мамонтов В. А. Корреляционные функции сумм осадков и осадков
при изоморфизме осадков. — В кн.: «Методы составления карты фенологиче-
ского земледелия». М., «Сельхозгиз», 1966, № 1.
18. В. А. Мамонтов В. А., Р. Б. Игнатьев Е. С. Понимание и ее значение
в сельскохозяйственном земледелии. Т. 1. Издательство, 1963.
19. В. А. Мамонтов В. А. Спектральные методы обработки данных. М., «Колос»,
1966.
20. Вопросы агрометеорологического районирования СССР. Под ред. Ф. Ф. Да-
вильяна. А. И. Шустерова. М., Изд-во МСХ СССР, 1968.

73. Названков А. Т. Опыт применения механизированной разработки для агрометеорологических наблюдений для характеристики агрометеорологических условий произрастания зерной пшеницы. — Тр. ЦИП, 1965, вып. 140.

74. Огородников В. И. Сроки закладки и созревания зерновых в Центральных районах европейской части Европейской территории СССР. — Тр. ЦИП, 1965, вып. 105.

75. Перетухин В. П. Методы измерения влажности воздуха и его применение в агрометеорологии. М., «Статистикат», 1965.

76. Понята и урожай. Под ред. А. А. Киселевского М., Гидрометеоиздат, 1960.

77. Пронин А. В. Методы и формы комбинации зерновых культур. Гидрометеоиздат, 1962.

78. Руконисов В. К. Качество и обработка наблюдений над влажностью и температурой почвы. Гидрометеоиздат, 1965.

79. Руконисов В. К. Контроль и обработка наблюдений над фазой развития сельскохозяйственных культур. Гидрометеоиздат, 1960.

80. Руконисов В. К. Специально агрометеорологические прогнозы. Гидрометеоиздат, 1962.

81. Руконисов В. К. Совершенствование и совершенствование методов агрометеорологических исследований. М., Гидрометеоиздат, 1965.

82. Саитов А. А. Опыт применения агрометеорологического районирования в аграрии СССР. — В кн.: «Вопросы агрометеорологического районирования СССР». М., Изд. МСХ СССР, 1958.

83. Сборник метеорологических указаний по анализу и оценке сложившейся и формирующейся агрометеорологической обстановки. Гидрометеоиздат, 1967.

84. Семенов В. Т. Климатические условия Центрального побережья Кавказа. Тр. по практ. метеорологии, 1928, т. 2, № 2.

85. Семенов В. Т. О применении методов оценки условий по их влиянию на урожай. — Тр. ЦИП, 1965, вып. 180.

86. Семенов В. А. Агрометеорологическое районирование по влиянию зерновых на урожайность Западной Сибири. Тр. ЦИП, Новосибирский филиал, 1967, вып. 48.

87. Семенов В. А. О климатических особенностях периода уборки урожая в южной части Новосибирской области. В кн.: «Вопросы географии Западной Сибири». Вып. 2. Новосибирск, 1968.

88. Сириотенко О. Л. Использование данных об осадках и влажности почвы для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур. — Метеорол. и гидрогр., 1967, № 9.

89. Сириотенко О. Л. Показатели и показатели данных о состоянии почвы структуры почвы в агрометеорологических расчетах. Тр. ЦИП, 1969, вып. 8.

90. Сириотенко О. Л. Статистическая структура данных о состоянии почвы на территории территории СССР в южной части юга. — Тр. ЦИП, 1970, вып. 18.

91. Смирнов В. А. Агрометеорологическое районирование территории СССР по продуктивности почв, мезоклимата и климатическим условиям. В кн.: «Труды Всесоюзного научного метеорологического совещания». Т. 8, 1. Гидрометеоиздат, 1965.

92. Смирнов С. С. Развитие агрономических процессов на территории ЕП и области с юга. М.—Д. Изд-во АН СССР, 1978.

93. Силин А. И. Географическая картография. М., Географиздат, 1962.

94. Степанов В. П. Биологическая классификация сельскохозяйственных растений по климату. — Изв. ТСХА, 1967, вып. 2.

95. Стручков Э. А. О расчете водопотребности и агрометеорологических показателей. Гидрометеорология и метеорология, 1968, № 4.

96. Темляков П. С. Климат Северного Кавказа и прилегающих стран. Тр. Гидрометеоиздат, 1959.

97. Труды научно-исследовательского института агрометеорологии, вып. 24. М., Гидрометеоиздат, 1963.

98. Тухов И. Т. К вопросу о влиянии урожая зерна на метеорологические условия. По вопросу влажности почвы. Тр. Зыбницкий, 1965, вып. 23.

99. Тухов И. Т. И. К метеорологическим условиям суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур и орошениях юга. Метеорол. и гидрогр., 1967, № 9.

100. Турманов В. П. О суммарном водопотреблении винограда и орошениях орошаемых земель в Узбекистане в Узбекистане СССР. Об орошении. Тбилиский ГМУ, вып. 5, Тбилиси, 1963.

101. Уланова Н. С. Методы агрометеорологических прогнозов. Гидрометеоиздат, 1959.

102. Уланова Н. С. Прогнозирование метеорологической обстановки и агрометеорологических условий выращивания урожая. М., Гидрометеоиздат, 1961.

103. Уланова Н. С. Методы агрометеорологического прогноза агрометеорологических условий формирования урожая зерновых культур. — Тр. ЦИП, 1965, вып. 140.

104. Уланова Н. С. Методы агрометеорологического прогноза агрометеорологических условий формирования урожая зерновых культур. Гидрометеоиздат, 1965.

105. Федосеев А. П. Климат и метеорологическая география Казахстана. Гидрометеоиздат, 1961.

106. Харин П. Е. Климатическое развитие агрометеорологии в Казахстане. Изд. АН КазахССР, 1965, № 5. Сер. биол.

107. Харин П. Е. Климатическое развитие агрометеорологии в Казахстане. Изд. АН КазахССР, 1965, № 1. Сер. биол.

108. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

109. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

110. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

111. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

112. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

113. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

114. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

115. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

116. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

117. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

118. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

119. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

120. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

121. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

122. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

123. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

124. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

125. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

126. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

127. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

128. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

129. Харин П. Е. Методы составления фенологических карт. — В кн.: «Агрометеорология и картография». М., Наука, 1966.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
<i>Часть первая</i>	
Методы обработки наблюдений	
для оценки агроклиматических ресурсов территории	
Раздел 1. Расчеты по оценке теплообеспеченности почвенного	8
1.1. Построение графика годового хода средней месячной темпе- ратуры воздуха	9
1.2. Графический метод обработки экстремальных температур	10
1.3. Определение дат перехода температуры воздуха через раз- личные пределы	13
1.4. Построение интервальных кривых распределения дат перехода температуры воздуха через различные пределы	17
1.5. Построение расчетных графиков-номограмм	19
1.6. Расчет продолжительности периода с температурами выше определенных пределов	21
1.7. Расчет сумм активных и эффутивных температур за вегета- ционный период	22
1.8. Расчеты обеспеченности вегетационного периода теплом	25
1.9. Оценка напряженности тепла в период вегетации	31
1.10. Расчеты по весовым и осевым законам различной сте- пени интенсивности и различной зрелости	32
1.11. Расчеты по действительности безморозного периода	43
1.12. Построение карт теплообеспеченности	51
1.13. Методика построения фоновых карт	51
1.14. Построение крупномасштабных укрупнительных карт	—
Раздел 2. Расчеты влагообеспеченности вегетационного периода	57
2.1. Использование средних многолетних данных по осадкам и их расчету	—
2.2. Точность интерполяции, экстраполяции и среднего сумм осадков по станциям	—
2.3. Построение интервальных кривых и номограмм обеспеченно- сти осадком	60
2.4. Картирование осадков	61
2.5. Расчет различных показателей увлажненности	66
2.6. Расчеты дат начала и конца избыточно низких, засушливых и сухих периодов и их продолжительности	68
2.7. Расчет сумм температур, обеспеченных остатками	69
Раздел 3. Расчеты для оценки условий перезимовки	70
3.1. Расчеты из абсолютных годовых минимума температур	—
3.2. Расчет вероятности минимальных температур в определенных от- резках из абсолютных годовых минимумов и построение кон- тур вероятности	—
3.3. Картирование условий из абсолютных годовых минимумов тем- пературы воздуха	72
3.4. Обработка данных по минимальной температуре почвы	73

3.5. Обработка данных наблюдений по снежному покрову	76
3.6. Расчеты соотношения различных видов снежного покрова	79
3.7. Расчеты распределения снежного покрова за годы	80
3.8. Обработка данных наблюдений наг. промерзанием почвы	83

Часть вторая

Методы обработки наблюдений для оценки агроклиматических условий пронизрастания сельскохозяйственных культур

Раздел 1. Расчеты по агроклиматической оценке тепла и влагообес- печенности сельскохозяйственных культур	84
1.1. Климатическая, биологическая и биоклиматическая суммы тем- ператур	—
1.2. Расчеты обеспеченности теплом биомых посевов в осенний пе- риод их развития	86
1.3. Оценка условий пронизрастания теплолюбивых культур при разных сроках сева	90
Раздел 2. Расчеты по оценке влагообеспеченности сельскохозяйствен- ных культур	94
2.1. Потребность сельскохозяйственных культур во влаге и ее обеспеченность	—
Раздел 3. Методика обработки наблюдений изд. влаголюбивых культур	99
3.1. Протравка станций по метеоположению	—
3.2. Технические и критические координаты материалов наблюдений изд. влаголюбивых культур	—
3.3. Нормирование имеющихся материалов данными из предпочтитель- ные сроки наблюдений	109
3.4. Подборные материалы расч. данными из предпочтительные сроки наблюдений	104
3.5. Выявление средних многолетних значений и группирование их в од- ному периоду	105
3.6. Построение графиков вегетационного годового хода значений про- дуктивной влаги	—
3.7. Расчеты зрелости заготов. продуктивной влаги и почве на те изд. изд. фазу развития культур	108
3.8. Пятидневные пятидневные данные по влажности почвы	110
3.9. Картирование данных продуктивной влаги в почве	116
Раздел 4. Обработка данных фенологических наблюдений и их кар- тирование	123
4.1. Проведение фенологических наблюдений в определенном хро- нологическом ряду	—
4.2. Расчет вероятности наступления фенологических фаз сего-го- хозяйственных культур	133
4.3. Аналитический метод фенологического картирования	134
4.4. Особенности методики фенологического картирования и топо- вых условий	160
Раздел 5. Количественная оценка агроклиматических условий форми- рования урожая сельскохозяйственных культур	163
5.1. Методы расчета количественных агроклиматических показате- лей формирования урожая	164
5.2. Оценка условий формирования урожая сельскохозяйственных культур и районирование территории по продуктивности культур	178
Раздел 6. Расчеты по оценке условий уборки сельскохозяйственных культур	181
Приложения	186
Интервью	203

Кельчевская Людмила Сергеевна

**МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ НАБЛЮДЕНИЙ
В АГРОКЛИМАТОЛОГИИ**

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Отв. редактор *В. А. Сенников*

Редактор *А. Б. Котиковская*

Техн. редактор *М. С. Костакова*

Корректоры: *Е. И. Бородина* и *Г. С. Макарова*

Сдано в набор 18/III 1971 г. Подписано к печати 18/VIII 1971 г.
Бумага тип. № 1, фор. 60×90¹/₁₆. Бум. л. 6,75+1 вкл. Печ. л. 13,5.
Уч.-изд. л. 15,67. Тираж 1400 экз. М-25341.
Индекс АИ-1. Гидрометеорологическое издательство
Ленинград, В-53, 2-я линия, д. 23. Заказ № 164. Цена 97 коп.

Ленинградская типография № 8 Главполиграфпрома Комитета
по печати при Совете Министров СССР. Ленинград. Прачечный
пер., д. № 6.