

ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

ОЦЕНКА ПРИРОДНОЙ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Поддубский

Кафедра почвоведения, земледелия и земельного кадастра
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

Изложены результаты исследований по естественной тепло-влажностной обеспеченности Московской области. Дана оценка показателям влагообеспеченности, полученным по расчетным методам, предложенным Н.Н. Ивановым, Г.Т. Селяниновым, М.И. Будыко и Д.И. Шашко. Установлено, что по методам Н.Н. Иванова и Д.И. Шашко коэффициенты увлажнения позволяют установить тепло-влажностную обеспеченность как в целом за год, так и за теплый период. По радиационному балансу, по «индексу сухости» тепло-влажностная обеспеченность можно определить в целом за год, а по методу Г.Т. Селянинова — только за теплый и вегетационный периоды. При этом благоприятное природное увлажнение достигается при обеспеченности показателей увлажнения порядка 75%, при меньших значениях обеспеченности коэффициенты увлажнения создают условия к переувлажнению, а при больших показателях отмечается дефицит влаги. Дефицит влаги, полученный по разности между атмосферными осадками и испаряемостью, наступает при обеспеченности 80% за год и 35% за теплый период.

Ключевые слова: увлажнение, влагообеспеченность, Московская область, тепло-влажностная обеспеченность, климатические данные, индекс сухости.

По условиям природного увлажнения Московская область относится к южно-таежной зоне избыточного увлажнения, в которой эффективное использование земель сельскохозяйственного назначения определяется комплексом мероприятий по осушению переувлажненных и заболоченных земель. Однако в этой зоне в течение вегетации растений отмечаются засушливые периоды с острым дефицитом влаги в почве, при котором растения нуждаются в дополнительном увлажнении активного слоя почвы для оптимального роста и развития и получения высоких урожаев.

Большинство исследователей пришли к выводу, что Московская область по природным условиям и прежде всего по тепло-влажностной обеспеченности относится к зоне неустойчивого увлажнения [1; 8; 9]. В этой зоне только в весенний и осенний периоды отмечается избыточное увлажнение почв, а в летние месяцы систематически наблюдается недостаток влаги в почве и необходимость проведения оросительных мелиораций. Поэтому многие авторы [7; 10] для Московской области рекомендуют использовать осушительно-увлажнительные системы, т.е. мелиоративные системы двухстороннего действия.

При оценке влагообеспеченности территории для практических целей используются показатели степени увлажнения или влагообеспеченности, в основу которых положены гидрометеорологические параметры. Использование показателя влагообеспеченности обосновывается тем, что он включает основную составляющую водного (сумму осадков) и теплового балансов (испаряемость), которые связаны определенными функциональными зависимостями с другими элементами водного и теплового балансов почвы.

В общем виде коэффициент влагообеспеченности представляет собой отношение суммы осадков к сумме испаряемости, который определяется в основном температурой и влажностью воздуха. Некоторые авторы вместо испаряемости вводят сумму температур воздуха или дефицит насыщения воздуха, а также радиационный баланс [2; 3; 6]. Однако для оценки тепло-влагообеспеченности необходимо иметь интегральные показатели формирования и территориального распределения природных ресурсов тепла и влаги и их изменчивость во времени, как в течение вегетации, так и в многолетнем периоде [12].

Влагообеспеченность на данный момент времени определяется не только текущими, но и предшествующими погодными условиями. Поэтому при определении коэффициента увлажнения ряд исследователей [11; 13—15] рекомендуют дополнительно к осадкам введение запасов продуктивной влаги в почвенном слое на начало вегетации растений.

Следует отметить, что для условий Московской области недостаточно полно дана оценка естественной влагообеспеченности территории для прогноза потребности в мелиорациях. В связи с этим целью наших исследований является разработка показателей природной влагообеспеченности для Московской области и оценка их необходимости учета при проведении осушительных или оросительных мелиораций в зависимости от погодных условий конкретного года.

Объекты и методика исследований. Объектом исследований является динамика тепло-влагообеспеченности, выполненная за многолетний период в зависимости от гидрометеорологических параметров. В работе использована методология моделирования процессов изменения условий внешней среды, а также расчетно-графический метод по определению коэффициентов влагообеспеченности и оросительных норм.

По наблюдениям метеостанции ВДНХ были получены климатические данные, характеризующие термический и водный режимы территорий Московской области. С 1966 по 2012 г. определены месячные и декадные значения атмосферных осадков, испаряемости, температуры и дефицита влажности воздуха, а также радиационный баланс в период с 1994 по 2013 г. По рассматриваемым показателям составлены хронологические ряды и построены эмпирические кривые обеспеченности (вероятности). Расчетным путем установлены показатели тепло-влагообеспеченности по Н.Н. Иванову, Г.Т. Селянинову, М.И. Будыко, Д.И. Шашко, и в разные по влажности годы определена их обеспеченность [4; 5].

Расчет испаряемости и дефицита природного увлажнения также проводился для каждого периода года, и по этим данным рассчитывалась обеспеченность рассматриваемых показателей.

Результаты исследований. При оценке природной тепло-влагообеспеченности обычно используется только сумма активных температур воздуха и атмо-

сферных осадков. При этом комплексный показатель, характеризующий энергетические ресурсы климата, прежде всего испаряемость, не принимается во внимание, что не отражает в полной мере степень тепло-влагообеспеченности территории. При определении испаряемости, как правило, используется уравнение водного и теплового балансов, а также эмпирические зависимости испаряемости с температурой воздуха, относительной влажностью воздуха и дефицитом влажности воздуха. В наших расчетах испаряемость определялась по формуле Н.Н. Иванова, в которой учитываются месячные показатели относительной влажности и температуры воздуха:

$$E_M = 0,0018 \cdot (25 + T)^2 \cdot (100 - \alpha),$$

где E_M — месячная испаряемость в мм; T — средняя месячная температура воздуха в °С; α — средняя месячная относительная влажность воздуха в процентах.

Испаряемость за декаду в мм вычислялась также по формуле Н.Н. Иванова:

$$E_d = 0,061 \cdot (25 + t)^2 \cdot (1 - 0,01\beta),$$

где E_d — испаряемость за декаду в мм; t — средняя температура воздуха в °С за декаду; β — относительная влажность воздуха за декаду, %.

В последние годы используются различные показатели тепло-влагообеспеченности территории, наиболее распространенными из них являются:

- 1) коэффициент увлажнения по Н.Н. Иванову;
- 2) гидротермический коэффициент (ГТК) по Г.Г. Селянинову;
- 3) индекс сухости (коэффициент аридности) по М.И. Будыко;
- 4) показатель атмосферного увлажнения по Д.И. Шашко.

По этим показателям нами была рассчитана природная тепло-вагообеспеченность (табл. 1). Обеспеченность показателей природной тепло-влагообеспеченности определялась для лет: островлажных (1,5%), влажных (5%), средневлажных (25%), средних (50%), среднесухих (75%), сухих (95%), острозасушливых (98,5%).

Таблица 1

Показатели природного увлажнения для лет различной обеспеченности для центральной части Московской области по данным метеостанции ВДНХ

| Показатель влагообеспеченности | Период определения | Обеспеченность, % | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------|--------------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1,5 | 5 | 10 | 25 | 50 | 75 | 90 | 95 | 98,5 |
| Коэффициент увлажнения по Н.Н. Иванову | за год | 1,99 | 1,78 | 1,77 | 1,51 | 1,24 | 1,04 | 0,89 | 0,84 | 0,65 |
| | теплый период | 1,46 | 1,42 | 1,38 | 1,12 | 0,87 | 0,69 | 0,50 | 0,43 | 0,34 |
| | период вегетации | 1,64 | 1,56 | 1,42 | 1,10 | 0,86 | 0,61 | 0,43 | 0,32 | 0,24 |
| Гидротермический коэффициент по Г.Т. Селянинову | теплый период | 2,44 | 2,38 | 2,19 | 1,91 | 1,49 | 1,31 | 1,01 | 0,96 | 0,76 |
| | период вегетации | 2,61 | 2,26 | 2,13 | 1,75 | 1,55 | 1,12 | 0,79 | 0,71 | 0,53 |
| Индекс сухости по М.И. Будыко | за год | — | 0,63 | 0,66 | 0,73 | 0,87 | 1,02 | 1,17 | 1,30 | — |
| | теплый период | — | 1,04 | 1,07 | 1,20 | 1,62 | 2,20 | 3,19 | 3,30 | — |
| | период вегетации | — | 1,02 | 1,06 | 1,40 | 1,69 | 2,30 | 4,50 | 4,90 | — |
| Коэффициент атмосферного увлажнения по Д.И. Шашко | за год | 0,92 | 0,83 | 0,75 | 0,69 | 0,59 | 0,50 | 0,37 | 0,35 | 0,30 |
| | теплый период | 0,68 | 0,65 | 0,59 | 0,50 | 0,39 | 0,30 | 0,21 | 0,18 | 0,16 |
| | период вегетации | 0,78 | 0,72 | 0,60 | 0,47 | 0,39 | 0,25 | 0,16 | 0,14 | 0,11 |

Полученные данные показали, что коэффициент увлажнения, по Н.Н. Иванову, по годам изменяется в пределах 0,65—1,99. Для средних лет он равен 1,24, для среднезасушливых и острозасушливых соответственно 1,04 и 0,84. Следовательно, в годы с обеспеченностью ниже 75% отмечается избыточное увлажнение ($> 1,0$), в среднезасушливые годы зафиксировано достаточное увлажнение, а в сухие и острозасушливые годы отмечается дефицит увлажнения и необходимость проведения оросительных мелиораций. Однако за теплый и вегетационный периоды для лет с обеспеченностью 25% и ниже в средние периоды года для теплого и вегетационного периодов имеет место умеренное увлажнение, а при обеспеченности более 50% отмечается недостаточное увлажнение.

По показателю влагообеспеченности (ГТК) по Г.Т. Селянинову в годы с обеспеченностью 50% и менее в среднем территория Московской области относится к зоне избыточного увлажнения. В среднесухие годы этот показатель составляет 1,1—1,3, что характерно для зоны обеспеченного увлажнения. В сухие и острозасушливые годы показатель влагообеспеченности снижается до 0,5, что свидетельствует о недостаточном природном увлажнении и необходимости орошения сельскохозяйственных культур.

Анализ данных по дефициту природного увлажнения (табл. 2) показал, что за годовой период дефицит природного увлажнения отмечается лишь в сухие и острозасушливые годы. В среднесухие годы (обеспеченность 70%) не отмечается потребность в мелиорациях. Количество выпадающих атмосферных осадков и испаряемость примерно одинаковое. В средние, и особенно во влажные годы, территория Московской области нуждается в проведении осушительных мелиораций. В рассматриваемые годы осадки заметно превышают испаряемость.

Таблица 2

Дефицит природного увлажнения (по разности осадки минус испаряемость)

| Показатель | Период определения | Обеспеченность % | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | | 1,5 | 5 | 25 | 50 | 75 | 95 | 98,5 |
| Атмосферные осадки, мм | за год | 982 | 871 | 803 | 701 | 600 | 555 | 485 |
| | теплый период | 562 | 556 | 479 | 395 | 342 | 226 | 185 |
| | период вегетации | 465 | 441 | 360 | 302 | 229 | 141 | 105 |
| Испаряемость, мм | за год | 741 | 689 | 621 | 560 | 506 | 458 | 442 |
| | теплый период | 625 | 583 | 493 | 460 | 410 | 368 | 358 |
| | период вегетации | 509 | 472 | 395 | 352 | 309 | 279 | 266 |
| Дефицит естественного увлажнения, мм | за год | 489 | 385 | 259,5 | 114,8 | 25,5 | -108,9 | -256 |
| | теплый период | 172 | 162,7 | 53,5 | -60,3 | -160,2 | -305,2 | -385,7 |
| | период вегетации | 172,4 | 158,9 | 31,7 | -44 | -149,4 | -284 | -346,3 |

Следует отметить, что за теплый период года и вегетационный период дефицит природного увлажнения наблюдается в годы с обеспеченностью более 25%. Как в средние, так и сухие годы наблюдается дефицит естественного увлажнения от 44—60,3 мм до 346,3—385,4 мм. Превышение осадков над испаряемостью при обеспеченности 25% и менее варьирует от 31,7—53,5 мм до 172 мм.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

1. Нормальное естественное увлажнение в Московской области по большинству расчетных зависимостей достигается при показателях коэффициентов увлажнения и обеспеченности за год 75% или 75—90%, за вегетационный период 25—50%, а по Селянину по обеспеченности гидротермического коэффициента 75%. Большие показатели обеспеченности характеризуют дефицит влаги, а меньшие значения — избыточное увлажнение.

2. Дефицит природного увлажнения, вычисленный по разности между осадками и испаряемостью, показал, что нормальное увлажнение наблюдается при обеспеченности 80%, а за теплый период — 35%. Более высокие показатели обеспеченности свидетельствуют о недостатке влаги в почве, а меньшие — переувлажнение.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Костяков А.Н. Основы мелиорации. М.: Издательство с/х литератур, 1960. С. 7—157.
- [2] Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР. М.: Колос, 1967.
- [3] Режим влагообеспеченности и условия гидромелиораций степного края / под ред. В.С. Мезенцева. М.: Колос, 1974.
- [4] Заленский В.А. Водообеспеченность растений — важный фактор стабильности урожаев // Сельское хозяйство. 2005. № 6 (38). С. 14—15.
- [5] Цекоева Ф.К. Планирование орошения с учетом пространственно-временной изменчивости гидрометеорологических условий // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2014.
- [6] Будько М.И. Испарение в естественных условиях. Л.: Гидрометеиздат, 1948.
- [7] Иванов Н.Н. Ландшафтно-климатические зоны земного шара // Зап. геогр. общества. 1949. Т. 1.
- [8] Селянинов Г.Т. Методика с.-х. характеристики климата. Мировой агроклиматический справочник. Л.: Гидрометеиздат, 1957.
- [9] Данильченко Н.В. Методические указания по расчету водопотребления и оросительных нормах с.-х. культур в Нечерноземной зоне РСФСР. Коломна, 1981.
- [10] Данильченко Н.В., Аванесян И.М. Разработка методике оценки увлажненности земельного фонда России и влияния недостатка естественного увлажнения на снижение урожайности с.-х. культур в различных природных зонах. Научно-технические отчеты ВНИИ «Радуга» за 1996—1998 гг. Коломна.
- [11] Данильченко Н.В., Аванесян И.М. Оценка увлажненности территории при обосновании норм водопотребности с.-х. культур. Труды ВНИИГИМ. М., 1985.
- [12] Сапожникова С.А. Опыт агроклиматического районирования СССР. М.: Изд. МСХ СССР, 1958.
- [13] Данильченко Н.В. Биоклиматическое обоснование суммарного водопотребления и оросительных норм // Мелиорация и водное хозяйство. 1999. № 4.
- [14] Алпатьев А.М. Влагооборот культурных растений. Л.: Гидрометеиздат, 1954.
- [15] Поддубский А.А., Шуравилин А.В. Оценка естественной влагообеспеченности Московской области и ее учет при землеустройстве мелиоративно неблагоприятных земель // Международный научно-технический и производственный журнал «Науки о земле». 2015.

ASSESSMENT OF NATURAL MOISTURE OF THE MOSCOW REGION

A.A. Poddubsky

Department of soil science, agriculture and land management
Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

The results of studies on the natural heat-moisture Moscow region. The estimation of moisture indicators obtained by calculation methods proposed N.N. Ivanovym, G.T. Selyaninov M.I. Budyko and D.I. Checkers. It was found that the methods and N.N. Ivanova D.I. Shashko factors dampening allows set-heat-moisture content in the whole year, and during the warm period. Radiation balance by "index dry" heat-moisture content can be determined for the whole year, and according to the method G.T. Selyaninova — only for the warm growing season. In this favorable natural hydration is achieved while ensuring performance moisture of 75%, with lower rates of ensuring the moisture conditions are created to waterlogging, and at high rates are deficient in moisture. Moisture deficit, resulting from the difference between precipitation and evaporation occurs at security 80% per year and 35% during the warm period.

Key words: hydration, moisture availability, Moscow region, the heat-moisture availability, climatic data, the index of dryness.

REFERENCES

- [1] Kostjakov A.N. *Osnovy melioracij*. M.: Izdatel'stvo s/h literatur, 1960. S. 7—157.
- [2] Shashko D.I. *Agroklimaticheskoe rajonirovanie SSSR*. M.: Kolos, 1967.
- [3] *Rezhim vlagobespechennosti i uslovija gidromelioracij stepnogo kraja / pod red. B.C. Mezenceva*. M.: Kolos, 1974.
- [4] Zalenskij V.A. *Vodoobespechennost' rastenij — vazhnyj faktor stabil'nosti urozhayev // Sel'skoe hozjajstvo*. 2005. № 6 (38). S. 14—15.
- [5] Cekoeva F.K. *Planirovanie oroshenija s uchetom prostranstvenno-vremennoj izmenchivosti gidrometeorologicheskikh uslovij // Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel'*. 2014.
- [6] Budyko M.I. *Isparenie v estestvennykh uslovijah*. L.: Gidrometeoizdat, 1948.
- [7] Ivanov N.N. *Landshaftno-klimaticheskie zony zemnogo shara // Zap. geogr. obshhestva*, 1949.
- [8] Seljaninov G.T. *Metodika s.-h. karakteristiki klimata. Mirovoj agroklimaticheskij spravochnik*. L.: Gidrometeoizdat, 1957.
- [9] Danil'chenko N.V. *Metodicheskie ukazaniya po raschetu vodopotreblenija i orositel'nyh normah s.-h. kul'tur v Nechernozemnoj zone RSFSR*. Kolomna, 1981.
- [10] Danil'chenko N.V., Avanesjan I.M. *Razrabotka metodiku ocenki uvlazhnennosti zemel'nogo fonda Rossii i vlijaniya nedostatka estestvennogo uvlazhnenija na snizhenie urozhajnosti s.-h. kul'tur v razlichnykh prirodnykh zonah. Nauchno-tehnicheskie otchety VNII «Raduga» za 1996—1998 gg.* Kolomna.
- [11] Danil'chenko N.V., Avanesjan I.M. *Ocenka uvlazhnennosti territorii pri obosnovanii norm vodopotrebnosti s.-h. kul'tur*. Trudy VNIIGIM. M., 1985.
- [12] Sapozhnikova S.A. *Opyt agroklimaticheskogo rajonirovanija SSSR*. M.: Izd. MSH SSSR, 1958.
- [13] Danil'chenko N.V. *Bioklimaticheskoe obosnovanie summarnogo vodopotreblenija i orositel'nyh norm // Zh. Melioracija i vodnoe hozjajstvo*. 1999. № 4.
- [14] Alpat'ev A.M. *Vlagooborot kul'turnykh rastenij*. L.: Gidrometeoizdat, 1954.
- [15] Poddubskij A.A., Shuravilin A.V. *Ocenka estestvennoj vlagobespechennosti Moskovskoj oblasti i ee uchet pri zemleustrojstve meliorativno neblagopoluchnykh zemel' // Mezhdunarodnyj nauchno-tehnicheskij i proizvodstvennyj zhurnal «Nauki o zemle»*. 2015.