

06.01.02 Мелиорация, рекультивация и охрана земель

Оригинальная статья

УДК 502/504:631.6.02

DOI: 10.26897/1997-6011-2021-4-6-14

ТОЧНАЯ МЕЛИОРАЦИЯ КАК СРЕДСТВО СОХРАНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

МАРКИН ВЯЧЕСЛАВ НИКОЛАЕВИЧ, канд. техн. наук, доцент

mvnarkin@mail.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; институт мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова; 125434, г. Москва, Б. Академическая ул., 44, Россия

Цель работы – оценить вероятности необходимости орошения с учетом требований растений и почв для разных агрогидрологических районов Самарской области, в которой выделены, пять агрогидрологических районов. Рассмотрены вопросы обоснования орошения с учетом требований как растений, так и почв, в условиях неоднородности распределения влагозапасов в почве на макроуровне (по агрогидрологическим районам). Это позволяет определить наиболее благоприятные условия выращивания растений и сохранения почвенного плодородия. Требования почв (оптимальные влагозапасы для почвообразования) предлагается определять как наиболее вероятные в конкретных природно-климатических условиях, что позволяет отразить требования сообщества почвенной биоты, что затруднено при использовании индикаторного вида почвенных организмов. Расчеты проведены на примере влаголюбивого растения (капусты) и малотребовательной к воде злаковой травосмеси. Требования растений к почвенным влагозапасам представляют функцию зависимости их продуктивности от влагозапасов в слое 0...50 см. Требования почв определяются с помощью пространственно-временной функции распределения влагозапасов в условиях естественной растительности (травостоя). Необходимость гидромелиоративных мероприятий определяется с помощью сопоставления требований растений и условий среды. Вероятность необходимости орошения влаголюбивой культуры в разных агрогидрологических районах составляет 18%, для малотребовательных к воде культур – 12%. При этом условия почвообразования улучшаются до 60%.

Ключевые слова: требования растений, требования почв, влагозапасы, необходимость орошения, почвенная неоднородность

Формат цитирования: Маркин В.Н. Точная мелиорация как средство сохранения плодородия почв // Природообустройство. – 2021. – № 4. – С. 6-14. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-4-6-14.

© Маркин В.Н., 2021

Scientific article

PRECISE LAND RECLAMATION AS A MEANS OF PRESERVING SOIL FERTILITY

MARKIN VYACHESLAV NIKOLAEVICH, candidate of technical sciences, associate professor

mvnarkin@mail.ru

Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev; Institute of land reclamation, water economy and building named after A.N. Kostyakov; 127434, Moscow, B. Akademicheskaya str., 44, Russia

The purpose of the work is to assess the probabilities of the need for irrigation, taking into account the requirements of plants and soils for different agro hydrological areas of the Samara

region, in which five agro hydrological areas are allocated. The issues of substantiation of irrigation taking into account both the requirements of plants and soils in the conditions of heterogeneity of the distribution of moisture reserves in the soil at the macro level (in agro hydrological areas) are considered. This allows you to choose the most favorable conditions for growing plants and preserving soil fertility, allows you to reflect the requirements of the soil biota community. Soil requirements (optimal moisture reserves for soil formation) are proposed to be defined as the most probable in specific natural and climatic conditions, which makes it possible to reflect the requirements of the soil biota community, since it is difficult to use the indicator type of soil organisms. Calculations are carried out on the example of a moisture-loving plant (cabbage) and a cereal grass mixture little demanding for water. The requirements of plants to soil moisture reserves represent the function of dependence of their productivity on moisture reserves in a layer 0... 50 cm. Soil requirements are determined using the space-time function of the distribution of moisture reserves in the conditions of natural vegetation (grass). The need for hydro-reclamation measures is determined by comparing the requirements of plants and environmental conditions. The probability of the need to irrigate a moisture-loving crop in different agro hydrological areas is 18%, for crops that are not demanding water – 12%. At the same time, soil formation conditions improve up to 60%.

Keywords: plant requirements, soil requirements, moisture reserves, necessity for irrigation, soil heterogeneity

Format of citation: Markin V.N. Precise land reclamation as a means of preserving soil fertility // Prirodoobustrojstvo. – 2021. – № 4 – S. 6-14. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-4-6-14.

Введение. Гидромелиорация позволяет управлять водно-воздушным режимом почв и получать высокие и стабильные урожаи. Однако управление может существенно изменить среду, стимулируя негативные процессы, в том числе снижение плодородия почв [1]. Снизить негативное воздействие можно с помощью точного управления водными ресурсами почв. Это достигается учетом:

- требований сельскохозяйственных растений;
- требований почв;
- пространственной неоднородности водно-физических свойств почв.

Традиционно, при обосновании гидромелиоративных мероприятий, в явном виде учитываются только требования выращиваемых растений. Степень несоответствия требований растений к почвенным влагозапасам и содержания в почве фактических влагозапасов определяет величину управляющего воздействия [2]. Его результатом становится, в частности, изменение (ухудшение) условий почвообразования [3], связанное с повышением средней влажности и снижением коэффициента ее вариации. Если эти изменения будут способствовать оптимизации условий почвообразования, то негативное воздействие от управления водным режимом почв будет снижено. Поэтому для сохранения почв необходимо учитывать требования не только растений, но и почв (идея принадлежит В.В. Шабанову).

Требования почв предлагается определять, исходя из следующих обстоятельств.

Почвы конкретного объекта (даже точки пространства) эволюционно сформировались в определенных природно-климатических условиях, которые являются для них «родными». Наиболее вероятные (наиболее часто повторяющиеся) условия по конкретному фактору являются оптимальными для формирования почвы. В этом случае требования почв к содержанию влаги в почве должны соответствовать пространственно-временной функции распределения влагозапасов [4]. Это справедливо по крайней мере в диапазоне наиболее часто повторяющихся значений фактора ($w_{cp} \pm s_w$, где w_{cp} – среднемноголетнее значение влагозапасов; s_w – среднеквадратическое отклонение). Такой подход позволяет выявить оптимальные условия для почвообразования и отражает требования сообщества почвенной биоты, что затруднено при использовании индикаторного вида почвенных организмов.

Учет несовпадающих требований растений и почвы требует компромиссного решения, которое позволит получать запланированные урожаи и сохранить (или даже повысить) плодородие почв. Компромиссный (включающий оптимальный вариант) диапазон регулирования влагозапасов определяется с учетом экономически допустимого уровня продуктивности растений (S_p) и экологически допустимого уровня продуктивности почв (S_n). В первом приближении допустимый относительный уровень продуктивности для растений и почв принимается одинаковым на уровне

$S_p = S_{II} = 0,8$ (относительная продуктивность – это отношение фактической биопродуктивности к максимально возможной в конкретных условиях).

Пространственно временная функция распределения влагозапасов учитывает разные уровни неоднородности почв: макро-, мезо- и микро-. Макроуровень используется для районирования территории по составу выращиваемых растений, виду и степени необходимости мелиоративного воздействия. Для выращивания в конкретных условиях выбирают те растения, требования которых максимально соответствуют данным условиям. Мезо- и микроуровни позволяют дифференцировать объемы воздействия на поля севооборотов и в пределах конкретного участка поля [5].

В данной работе рассматривается макроуровень. Расчеты проведены для условий Самарской области, в которой площадь орошаемых земель составляет 24,5 тыс. га. На данных площадях выращивают 98% всего объема картофеля, 86% овощей, 55% сои, 24% плодово-ягодных культур [6]. Более 50% сельскохозяйственных земель занимают черноземы. Экономическая значимость, масштабы мелиорации и необходимость сохранения плодородия почв определяют актуальность рассматриваемой темы.

Цель работы – оценить вероятности необходимости орошения с учетом требований растений и почв для разных агрогидрологических районов Самарской области.

В Самарской области выделяют 5 агрогидрологических районов [7] (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика агроклиматических районов Самарской области

Table 1

Characteristics of agro climatic areas of the Samara region

Район <i>Region</i>	Почвы <i>Soils</i>	Режим <i>Mode</i>
Увлажнение капиллярно подвешенной и капиллярно подпертой подвешенной влаги (КППВ) <i>Moisturizing of capillarilly suspended and capillarilly suspended moisture (CPPV)</i>	Черноземы оподзоленных и выщелоченных, подстилаемыми лёссовыми глинами и суглинками <i>Chernozems of podzolized and leached, underlain by loess clays and loams</i>	Сильное влияние атмосферных осадков. Условия подпертой влаги <i>Strong influence of atmospheric precipitation. Conditions of backed up moisture</i>
Полного весеннего промачивания (ПВП) <i>Complete spring wetting (PVP)</i>	Черноземы, лёссовые суглинки <i>Chernozems, loess loams</i>	Весеннее промачивание на глубину 2...3 м и более <i>Spring wetting to a depth of 2...3 m and more</i>
Умеренного весеннего промачивания (УВП) <i>Moderate spring wetting (UVP)</i>	Тяжело суглинистые черноземы и другие почвы полусухой зоны, подстилаемые лёссовидными суглинками <i>Heavily loamy chernozems and other soils of the semi-arid zone, underlain by loess loams</i>	Не промывной режим, весеннее промачивание до 0,5...2 м <i>Not-flushing mode, spring wetting to 0.5 ... 2 m</i>
Слабого весеннего промачивания (СВП) <i>Weak spring wetting (SVP)</i>	Черноземы типичных, карбонатных, южных и выщелоченных, среднего и тяжелосуглинистого механического состава на лёссовидных суглинках и глинах <i>Chernozems of typical, carbonate, southern and leached, medium and heavy loamy mechanical composition on loess-like loams and clays</i>	Не промывной режим, неглубокое весеннее промачивание до 0,7...1,2 м <i>Not-flushing mode, shallow spring wetting to 0.7...1.2 m</i>
Очень слабого весеннего промачивания (ОСВП) <i>Very weak spring wetting (OSVP)</i>	Черноземы обыкновенные, карбонатные, южные, светло каштановые, мицеллярно-карбонатные и солонцеватые степные почвы <i>Chernozems common, carbonate, southern, light chestnut, micellar-carbonate and saline steppe soils</i>	

Материалы и методы. Требования растений к почвенным влагозапасам представляют функцию зависимости их продуктивности от значений рассматриваемого фактора [8]:

$$S_w = \left(\frac{w}{w_{\text{опт}}} \right)^{y \cdot w_{\text{опт}}} \times \left(\frac{1-w}{1-w_{\text{опт}}} \right)^{y \cdot (1-w_{\text{опт}})},$$

где S_w – относительная урожайность (продуктивность) сельскохозяйственных растений (отношение фактической урожайности к максимально возможной

в конкретных условиях); w – относительное значение фактора; $w_{\text{опт}}$ – оптимальное относительное значение фактора; y – коэффициент, характеризующий степень саморегулирования растений к водному режиму почв (табл. 2).

По кривой требований растений определяются нижний (W_1) и верхний (W_2) пределы оптимального диапазона регулирования почвенных влагозапасов, которые соответствуют уровню продуктивности $S_{\text{план}} = 0,8$ от максимально возможной в конкретных условиях.

Таблица 2

Значения относительных оптимальных за период вегетации почвенных влагозапасов $w_{\text{опт}}$ и коэффициентов саморегуляции y_w растений

Table 2

Values of relative optimal soil moisture reserves $w_{\text{опт}}$ for the growing season and coefficients of self-regulation y_w of plants

Вид растений <i>Type of plants</i>	$w_{\text{опт}}$, дол. ед.	y_w
Капуста (влаголюбивое растение) <i>Cabbage (moisture-loving plant)</i>	0.65	5.0
Мн. злаковые травы (соответствуют естественному травостоя) <i>Perennial cereal herbs (correspond to natural grass)</i>	0.57	6.2

Требования почв определяются кривой распределения почвенных влагозапасов в условиях естественного травостоя. В качестве последнего использованы данные для злаковой травосмеси. Допустимые пределы использования кривой распределения в качестве требований почв соответствуют диапазону наиболее часто повторяющихся значений фактора ($w_{\text{ср}} \pm s_w$). Функция распределения почвенных влагозапасов в слое 0...50 см хорошо соответствует нормальному закону распределения.

Необходимость гидромелиоративных мероприятий (орошение и осушение) определяется с помощью биоклиматического метода [9], который основан на сопоставлении требований растений и условий среды (которые в данном случае определяют требования почв). Это позволяет оценить вероятность необходимости орошения ($P_{\text{ор}}$), оптимальности условий ($P_{\text{опт}}$) и необходимости осушения земель ($P_{\text{ос}}$). Для этого на кривой распределения откладывается величина W_1 , которая выделяет левую область под кривой распределения, соответствующую вероятности необходимости орошения. Аналогично выделяются зоны избытка влаги в почве (правая область под кривой распределения от величины W_2). Оптимальность условий определяется областью между значениями W_1 и W_2 .

В результате мелиоративных мероприятий кривая распределения влагозапасов изменяется. Например, орошение позволяет

повысить влажность, снижая вероятность появления влажности ниже W_1 . Осушение снижает вероятность появления влажности почвы выше W_2 . При этом площадь изменения кривой распределения влажности определяет изменение условий почвообразования $P_{\text{изм}}$. Тогда в первом приближении

$$P_{\text{изм}}^{\text{ор}} = P_{\text{ор}}; \quad P_{\text{изм}}^{\text{ос}} = P_{\text{ос}}.$$

Почвенная неоднородность учитывается для агрогидрологических районов (макроуровень) для основного типа почв Самарской области – суглинистые черноземы (табл. 3).

Оценка вероятности необходимости гидромелиоративного регулирования с учетом требований растений (P_p) и почв ($P_{\text{п}}$) позволяет выделить область компромиссных решений (Парето оптимальная). Расчеты проведены на примере влаголюбивого растения (капусты) и малотребовательной к воде злаковой травосмеси (ежа сборная, овсяница луговая, тимopheевка луговая, лисохвост луговой, костер безостый и мятлик луговой).

Результаты и обсуждение. Значительное несоответствие относительных кривых требований растений и условий почвообразования (требования почв) наблюдается при выращивании капусты в агрогидрологических районах ОСВП и СВП Самарской области (рис. 1). Наиболее оптимальные

условия выращивания капусты складываются в районе ПВП. Степень соответствия условий среды требованиям влаголюбивой капусты составляет $P^{\text{кс}} = 95\%$ (площадь перекрытия

кривых требований растений и плотности распределения влагозапасов) (табл. 4). Для многолетних трав более подходят условия района УВП ($P^{\text{тпс}} = 85\%$).

Таблица 3

Среднегодовое продуктивное влагозапасы ($W_{\text{ср}}$) в слое 0...50 см почвы и их среднее квадратическое отклонение (s) по агрогидрологическим районам Самарской области

Table 3

Average long-term productive moisture reserves (W_{av}) in layer 0... 50 cm of soil and their standard deviation (s) in agro hydrological areas of the Samara region

Агро-гидрологический район <i>Agro hydrological area</i>	$W_{\text{ср}}$, мм (W_{av})	s , мм
КППВ СРРВ	224	31
ПВП РРВ	205	33
УВП	188	33
СВП СРВ	175	35
ОСВП ОСРВ	158	37

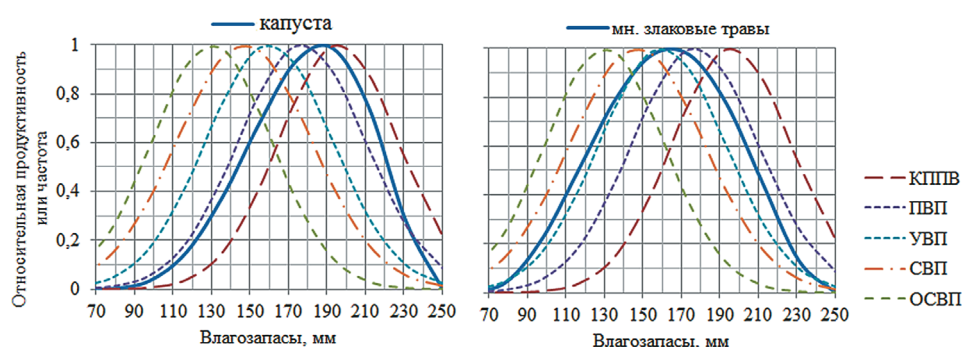


Рис. 1. Кривые требований растений и плотности распределения влагозапасов в слое 0...50 см почвы в разных агрогидрологических районах Самарской области

Fig. 1. Curves of plant requirements and density of moisture reserves distribution in layer 0... 50 cm of soil in different agro hydrological areas of the Samara region

Вероятность необходимости орошения капусты в разных агрогидрологических районах составляет 24...72% (средняя и высокая степень необходимости) для получения урожайности на уровне $S_{\text{к}} = 0,8$ от максимально возможной в данных условиях. Для многолетних трав потребность в орошении изменяется в пределах 12...55% (табл. 4). Вероятность необходимости осушения земель (речь идет об осушении временно избыточно переувлажненных зональных почв) при выращивании капусты изменяется в диапазоне 24...5% (средняя и низкая степень необходимости), при выращивании многолетних злаковых трав – 38...10% (от низкой до высокой степени необходимости).

Вероятность оптимальных условий, соответствующих продуктивности рассмотренных растений на уровне $\geq 0,8$, относительно небольшая (19...38%), что говорит о важной роли гидромелиорации в Самарской области.

Вероятность необходимости орошения возрастает с увеличением планируемой продуктивности растений (рис. 2) и снижается при увеличении среднегодовое влагозапасов (рис. 3). Снижение планируемого уровня продуктивности на 10% ведет к изменению потребности в орошении на 3...5%. Повышение среднегодовое влагозапасов на 10 мм (2% объемной влажности) снижает потребность в орошении на 7%.

Степень соответствия условий среды требованиям растений (P_s).
Вероятности необходимости орошения ($P_{ор}$), осушения ($P_{ос}$), оптимальных условий ($P_{опт}$)
произрастания растений по агрогидрологическим районам Самарской области,
% (уровень продуктивности растений $S_{план} = 0,8$)

Table 4

The degree of compliance of environmental conditions with the requirements of plants (P_s).
Probabilities of the need for irrigation ($P_{ор}$), drainage ($P_{ос}$), optimal conditions ($P_{опт}$)
of plant growth in agro hydrological areas of the Samara region,
% (plant productivity level $S_{plan} = 0.8$)

Район Area	Капуста* Cabbage				Мн. Травы Perennial grasses			
	P_c^k	$P_{ор}$	$P_{опт}$	$P_{ос}$	P_c^{pp}	$P_{ор}$	$P_{опт}$	$P_{ос}$
КППВ CPPV	80	24	36	24	78	12	33	38
ПВП PVP	95	38	34	17	92	23	38	29
УВП UVP	78	51	30	12	97	33	39	21
СВП SVP	65	59	25	9	90	42	35	17
ОСВП OSVP	42	72	19	5	76	55	32	10

*Сумма вероятностей $P_{ор}$, $P_{опт}$ и $P_{ос}$ не равна 100%, т.к. учитывается усечение кривой распределения по влажности завядания и полной влагоемкости

*The sum of the probabilities $P_{ор}$, $P_{опт}$ and $P_{ос}$ is not equal to 100% because the truncation of the distribution curve by wilt moisture and total moisture capacity is taken into account

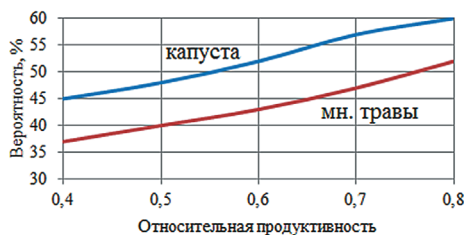


Рис. 2. Зависимость вероятности необходимости орошения от относительной продуктивности растений

Fig. 2. Dependence of the probability of irrigation necessity on the relative productivity of plants

Гидромелиоративные мероприятия приводят к изменению условий почвообразования. По степени воздействия на экосистемы выделяют следующие состояния [10]. Допустимое (норма) изменение находится в пределах 10%. Состояние «риска» соответствует диапазону изменений системы – 10...30%. Изменения в системе на 30...70% соответствуют состоянию «кризиса», а изменения 70...90% – состоянию «бедствия». С учетом этого орошение в районах КППВ и ОСВП при выращивании трав вводит почвы в «зону риска». При выращивании влаголюбивой капусты условия

почвообразования изменяются до состояния «кризиса» в районах КППВ, УВП и СВП, а в зоне ОСВП состояние соответствует «бедствию».

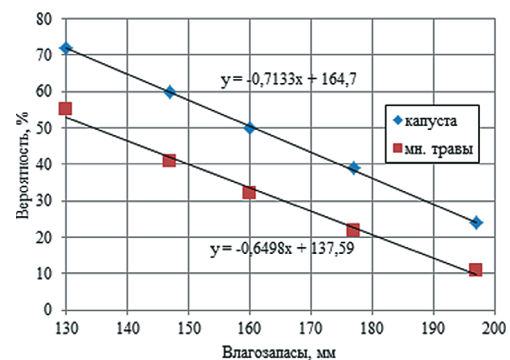


Рис. 3. Зависимость вероятности необходимости орошения от среднееголетних влагозапасов в слое 0...50 см почвы

Fig. 3. Dependence of probability of necessity of need of irrigation of average perennial moisture reserves in layer 0...50 cm of soil

Таким образом, условия Самарской области достаточно хорошо подходят для многолетних злаковых трав.

В случае учета требований растений и почв с биопродуктивностью не менее 0,8, при выращивании капусты в районе СВП компромиссный диапазон соответствует влагозапасам 163...170 мм, то есть величина диапазона – всего 7 мм, что мало даже для одного полива дождеванием (рис. 4), поэтому

управлять ими практически сложно. При снижении продуктивности, например, до уровня $S = 0,7$ диапазон увеличивается и составляет 157...175 мм (18 мм). Но и в этом случае может потребоваться большое количество поливов, и на первый план выходят вопросы рентабельности орошения.

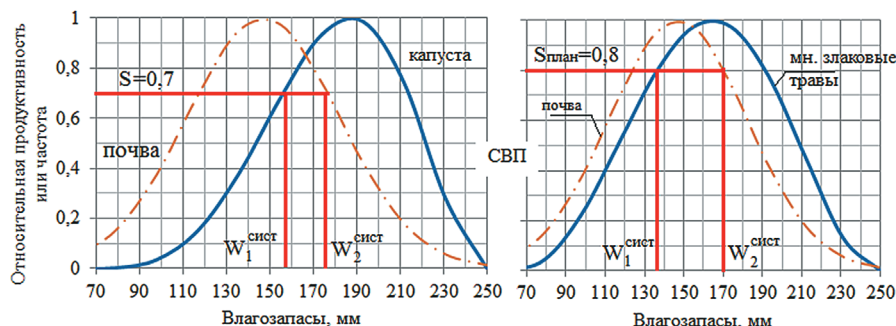


Рис. 4. Определение оптимального диапазона регулирования почвенных влагозапасов при учете требований растений и почвы (системы) в условиях района СВП

Fig.4. Determination of the optimal range of regulation of soil moisture reserves, taking into account the requirements of plants and soil (system) in the conditions of the SVP area

При выращивании многолетних трав в районе СВП компромиссный диапазон составляет 138...170 мм (величина диапазона – 32 мм), что обеспечивает сохранность почв и позволяет получать урожайность трав на уровне не менее 0,8. Таким образом,

увеличение различий в требованиях растений и почв сужает оптимальный для системы «Растение-почва» диапазон регулирования влагозапасов. Это приводит к необходимости снижения плановой продуктивности растений.

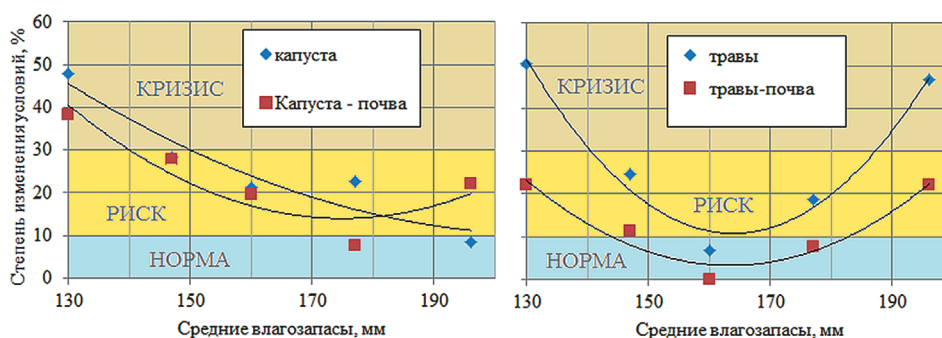


Рис. 5. Вероятность изменения условий почвообразований в зависимости от среднемноголетней влажности почвы при учете требований растения и системы «Растение-почва»

Fig. 5. Probability of changes in soil formation conditions depending on the average long-term soil moisture, taking into account the requirements of the plant and the plant-soil system

Если учитывать требования системы «Растение-почвы» при выращивании капусты (влаголюбивого растения), степень изменения состояния почв будет минимальной при среднемноголетних влагозапасах (в слое 0...50 см) – 160...170 мм, но соответствует

состоянию «риска». В данном диапазоне относительная продуктивность капусты изменяется в пределах 0,78...0,95, а эффективность почвообразования – не ниже 0,6. Для многолетних злаковых трав данный диапазон, соответствующий состоянию «норма», составляет 145...182 мм,

относительная продуктивность трав – не ниже 0,9. Эффективность почвообразования во всех агрогидрологических районах, кроме КППВ, составляет не ниже 0,6. Во влажном районе КППВ эффективность почвообразования для данного диапазона снижается до 0,25, что делает диапазон минимального воздействия на почвы более узким и равным 165...182 мм.

На макроуровне неоднородности почвенных влагозапасов учет требований почв и растений позволяет выбрать наиболее благоприятные условия выращивания растений, определить структуру севооборота и создать условия сохранения почвенного плодородия.

Выводы

– Несоответствие требований влаголюбивой культуры (капусты) и условий почвообразования суглинистых черноземов (требования почв) увеличивается при снижении среднесуточных влагозапасов ниже 170 мм в слое 0...50 см почвы и выше 190 мм.

– Несоответствие требований не требовательных к воде культур (злаковых трав) и условий почвообразования (требований черноземов) увеличивается при снижении

среднесуточных влагозапасов ниже 145 мм в слое 0...50 см почвы и выше 182 мм.

– Орошение влаголюбивой культуры, обоснованное требованиями растений, ведет к ухудшению условий почвообразования при разности между оптимальными для растений и почвы влагозапасами более 50 мм (26% от оптимальных для растений).

– Орошение малотребовательных к воде культур, обоснованное их требованиями, ведет к ухудшению условий почвообразования при разности оптимальных для растений и почвы влагозапасов более 30 мм (18% от оптимальных для растения влагозапасов).

– Потребность в орошении влаголюбивой культуры и малотребовательных к воде культур соответствует средней и высокой степени необходимости.

– В зависимости от агрогидрологического района учет требований почвы позволяет повысить урожайность трав на 12% и улучшить условия почвообразования на 0...60%.

– Учет требований почвы позволяет повысить урожайность капусты на 18% в зависимости от района выращивания и улучшить условия почвообразования на 0...25%.

Библиографический список

1. Щедрин В.Н., Докучаев Л.М., Юркова Р.Е. Негативные почвенные процессы при регулярном орошении разных типов почв // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2018. – № 2 (30). – С. 1-21.

2. Черемисинов А.А., Радцевич Г.А., Черемисинов А.Ю. Обоснование применения орошения сельскохозяйственных культур в Воронежской области // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (50). – С. 71-80.

3. Cole L. 2002. Soil animals, microbial activity and nutrient cycling. In: // Encyclopedia of soil science. Marcel Dekker Inc. New York. – P. 72-75.

4. Маркин В.Н. Способы определения требований растений к содержанию N, P, K в почве // Доклады ВАСХНИЛ. – 1987. – № 4 – С. 42-45.

5. Щербя Т.Э. Особенности мезо- и микро-неоднородности почвенного покрова участка приволжской оросительной системы // Вестник Московского ун-та. Сер. 17 «Почвоведение». – 2012. – № 2. – С. 3-7.

6. Альтергод В.В. Проблемы мелиорации. Орошение: консолидированный подход // Орошаемое земледелие: Ежеквартальный сельскохозяйственный научно-производственный журнал. – 2015. – № 2. – С. 7-9.

References

1. Shchedrin V.N., Dokuchaev L.M., Yurkova R.E. Negativnye pochvennye protsessy pri regulyarnom oroshenii raznyh tipov pochv // Nauchny zhurnal Rossijskogo NII problem melioratsii. – 2018. – № 2(30). – S. 1-21

2. Cheremisinov A.A., Radtsevich G.A., Cheremisinov A.Yu. Obosnovanie primeniya orosheniya selskohozyajstvennykh kultur v Voronezhskoj oblasti // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 3(50). – S. 71-80

3. Cole L. 2002. Soil animals, microbial activity and nutrient cycling. In: // Encyclopedia of soil science. Marcel Dekker Inc. New York. P. 72-75.

4. Markin V.N. Sposoby opredeleniya trebovaniy rasteniy k sodержaniyu N, P, K v pochve // Doklady VASHNiL. – 1987. – № 4 – S. 42-45.

5. Shcherba T.E. Osobennosti mezo- i mikro-odnorodnosti pochvennogo pokrova uchastka privolzhskoj orositelnoj sistemy // Vestnik Moskovskogo Un-ta Ser. 17. Pochvovedenie. – 2012. № 2. – S. 3-7.

6. Altergod V.V. Problemy melioratsii. Oroshenie: konsolidirovanny podhod // Oroshaemoe zemledelie. Ezhekvaralny selskohozyajstvenny nauchno-proizvodstvenny zhurnal. – 2015. – № 2. – S. 7-9.

7. Среднемноголетние запасы продуктивной влаги под озимыми и ранними яровыми культурами по областям, краям, республикам и экономическим районам: Справочник // Европейская часть СССР. – Т. 1; Под ред. В.А. Жукова. – Л.: Гидрометеоздат, 1986. – 123 с.

8. **Шабанов В.В.** Влагообеспеченность яровой пшеницы и ее расчет: Монография. – Л.: Гидрометеоздат, 1982. – 140 с.

9. **Шабанов В.В.** Биоклиматическое обоснование мелиорации. – Л.: Гидрометеоздат, 1973. – 165 с.

10. Критерии оценки экологического состояния территорий [Электронный ресурс]. <https://docplayer.ru/37717712-Razdel-4-kriterii-ocenki-ekologicheskogo-sostoyaniya-territoriy.html> (дата обращения: 02.04.2021).

Критерии авторства

Маркин В.Н. выполнил теоретические исследования, на основании которых провел обобщение и написал рукопись, имеет на статью авторское право и несёт ответственность за плагиат.

Статья поступила в редакцию 03.06.2021 г.

Одобрена после рецензирования 15.09.2021 г.

Принята к публикации 24.09.2021 г.

7. Srednemnogoletnie zapasy produktivnoj vlagi pod ozimymi i rannimi yarovymi kulturami po oblastyam, krayam, respublikam i ekonomicheskim rajonom: spravochnik. // Evropejskaya chast SSSR. Tom 1. / pod red. V.A. Zhukova. – L.: Gidrometeoizdat, 1986. – 123 s.

8. **Shabanov V.V.** Vлагообеспеченность яровой pshenitsy i ee raschet: monografiyaya. – L.: Evropejskaya chast SSSR. Tom 1. / pod red. V.A. Zhukova. – L.: vropejskaya chast SSSR. Tom 1. / pod red. V.A. Zhukova. – L.: Gidrometeoizdat, 1982. – 140 s.

9. **Shabanov V.V.** Bioklimaticheskoe obosnovanie melioratsii. – L.: Gidrometeoizda, 1973. – 165 s.

10. Kriterii otsenki ekologicheskogo sostoyaniya territorij [Elektronny resurs] <https://docplayer.ru/37717712-Razdel-4-kriterii-ocenki-ekologicheskogo-sostoyaniya-territoriy.html> (data obrashcheniya 02.04.2021)

Criteria of authorship

Markin V.N. performed theoretical studies, on the basis of which he generalized and wrote the manuscript, has a copyright on the article and is responsible for plagiarism.

The article was submitted to the editorial office 03.06.2021

Approved after reviewing 15.09.2021

Accepted for publication 24.09.2021