

6. Mkrtchyan G.M., Tagaeva T.O., Czvelodub Yu.O. Analiz i prognoz e`kologicheskoy nagruzki v Rossii // Mir e`konomiki i upravleniya, 2017. – Tom 17, №1. – S. 61-65;
7. Paliivec M.S. Metody` modelirovaniya v vodopol`zovanii: uchebnoe posobie. Rossijskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet - MSXA imeni K. A. Timiryazeva (Moskva). — E`lektron. tekstovy`e dan. — Moskva: RGAU-MSXA im. K. A. Timiryazeva, 2016 — 84 s.: Kollekcija: Uchebnaya i uchebno-metodicheskaya literatura. E`lektronny`j resurs. URL: <http://elib.timacad.ru/dl/local/146.pdf>;
8. Rekomendacii po standartizacii. Prikladnaya statistika. Pravila proverki soglasiya opy`tnogo raspredeleniya s teoreticheskim. Chast` II. Neparаметрические критерии. R 50.1037-2002. Gosstandart Rossii. Moskva, 2002g. – S. 23;
9. Skorinkin A.I. Matematicheskoe modelirovanie biologicheskix processov: Uchebno-metodicheskoe posobie. – Kazan`: Kazan.un-t, 2015. – S. 16-18;
10. Snezhko V.L., Benin D.M. K voprosu opredeleniya poter` napora v truboprovodax // Perspektivy` nauki. 2011. № 2 (17). S. 75-79.
11. Federal`naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. E`lektronny`j resurs. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194>.

Данные об авторе:

Хуцишвили Анна Тенгизовна, бакалавр, магистрант, направление Природообустройство и водопользование в магистратуре РГАУ-МСХА.

e-mail: anna.hutsishvili@gmail.com

Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева.

Ул. Тимирязевская, 49, 127550, Москва, Россия

Data about the author:

Khutsishvili Anna Tengizovna, bachelor, master's student, magistracy of Environmental management and water use in Timiryazev Agricultural Academy.

Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev.

Timiryazevskaya str.49, 127550, Moscow, Russia

Рецензент:

Снежко В.Л., профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой систем автоматизированного проектирования и инженерных расчетов РГАУ-МСХА.

DOI: 10.26897/2618-8732-2021-23УДК

УДК 631.6

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ВОЛГОГРАДСКОЙ ГЭС И ПУТИ ЕГО УЛУЧШЕНИЯ

Савельев А.В.

В статье проанализированы изменения продуктивности естественных биоценозов и плодородия почв Волго-Ахтубинской поймы после строительства Волгоградского водохранилища. Приведена методика количественной оценки продуктивности естественных биоценозов, изменения содержания гумуса в почвах и относительного плодородия пойменных почв. Показаны эффективность различных вариантов весенне-летних попусков и усиления естественной дренированности поймы. Приведенные материалы могут быть использованы при обосновании рационального использования водных, земельных и биологических ресурсов Волго-Ахтубинской поймы.

Ключевые слова: плодородие почвы, геоморфология, гидроэнергетика, радиационный баланс, почвообразование, соленакопление, гидротермический режим, биопродуктивность, биогеоценоз.

CHANGES IN SOIL FERTILITY OF THE VOLGA-AKHTUBA FLOODPLAIN AS A RESULT OF THE CONSTRUCTION OF THE VOLGOGRAD HPP AND WAYS TO IMPROVE IT

Savelyev A.V.

The changes in the productivity of natural biocenoses and soil fertility of the Volga-Akhtuba floodplain after the construction of the Volgograd reservoir are analyzed. The method of quantitative assessment

of the productivity of natural biocenoses, changes in the content of humus in soils and the relative fertility of floodplain soils is given. The effectiveness of various variants of spring-summer releases and enhancement of the natural drainage of the floodplain are shown. The given materials can be used to substantiate the rational use of water, land and biological resources of the Volga-Akhtuba floodplain.

Keywords: soil fertility, geomorphology, hydropower, radiation balance, soil formation, salt accumulation, hydrothermal regime, bioproductivity, biogeocenosis

Каскад водохранилищ в бассейне реки Волги был в свое время создан в целях развития гидроэнергетики и водного транспорта и предусматривал регулирование стока и создание глубоководного пути из Балтийского в Каспийское и Черное моря. В соответствии с этим, режим работы водохранилищ и режим попусков в нижний бьеф Волгоградской ГЭС учитывал в основном требования энергетики и водного транспорта, что негативно отразилось на состоянии Волго-Ахтубинской поймы как уникального природного объекта. А ведь с хозяйственной точки зрения Волго-Ахтубинская пойма – это не только высокопродуктивные заливные Луги, являющиеся ценными кормовыми угодьями, но и плодородные почвы, которые широко используют для производства овощей и других ценных сельскохозяйственных культур.

Волго-Ахтубинская пойма существенно отличается от большинства пойм крупных равнинных рек, прежде всего своими размерами. Современная пойма занимает практически все пространство речной долины; надпойменные террасы равнины очень незначительны, это связано с тем, что основное русло Волги и Ахтубы примыкает к обрывам степных террас. Протяженность Волго-Ахтубинской поймы – 457 км, ширина – от 15 до 35 км, площадь – 7,6 тыс км², из которых 6,1 тыс.км² (80%) занимает непосредственно пойма и 1,5 тыс.км² (20%) русла рек, протоки и пойменные водоемы [13, 16, 19, 26].

В геоморфологическом отношении Волго-Ахтубинская пойма подразделяется на:

- прирусловую возвышенную и расчлененную часть (~25%);
- центральную равнинную часть, изрезанную сетью мелких ериков и озер, включая и крупные лиманные понижения (65%);
- притеррасную наиболее возвышенную и редко затапливаемую часть (~10%).

Важную роль в формировании верхней части покровных отложений, являющихся почвообразующими породами в природных условиях, играл режим твердого стока Волги; мощность наилка составляла 0,1 мм в год в приречной части поймы и 1,0 см в год – в центральной части. В составе наилка содержалось 3-5% органического вещества, 2% азота, фосфора и калия и 93-95% минеральных частиц, среди которых преобладали фракции $d < 0,01$ мм.

Внутригодовое распределение стока р.Волги характеризовалось весенне-летним паводком, продолжительностью до 2 и более месяцев. Половодье начиналось, как правило, в первой декаде мая и заканчивалось во 2-3 декаде июня. Продолжительность полного затопления центральной поймы колебалась от 30 до 70 суток; прирусловой – от 29 до 59 суток. Наиболее короткий период затопления был характерен для притеррасной части поймы (от 10 до 27 суток).

Таким образом, основным фактором, определяющим особенности климатических условий поймы, служили гидрологические условия и режим поемности, оказывающие существенное влияние не только на водный и тепловой режимы и плодородие почв, но и на биоразнообразие и продуктивность пойменных биогеоценозов.

Режим поемности определял также режим и минерализацию грунтовых вод. В меженный период глубина залегания грунтовых вод составляет 1-3 м в пределах центральной части поймы, 3-5 м в прирусловой и 5-6 м в притеррасной. В период весенне-летнего половодья уровень грунтовых вод поднимается на 2-2,5 м. Минерализация грунтовых вод в зависимости от геоморфологии поймы составляла от 0,8 до 2,3 г/л, химический состав – гидрокарбонатно-кальциевый [14, 38]. Дополнительный объем влаги, поступающей в почвы и грунты зоны аэрации, по отдельным частям поймы в разные по водности годы составлял 100-400 мм [9].

Почвенный покров Волго-Ахтубинской поймы в отличие от зональных почв сформировался в условиях длительного затопления в весенне-летний период, близкого залегания грунтовых вод, ежегодного поступления наилка, богатого органикой и элементами минерального питания, и луговой растительности. Основным фактором превращения пойменного аллювия в почвы является взаимодействие луговой растительности и наилка, формирующего лугово-дерновый процесс почвообразования, способствующего формированию богатых гумусом и элементами питания почв [15, 18].

В пределах Волго-Ахтубинской поймы широко распространены пойменные аллювиально-луговые, лугово-дерновые, ильменно-луговые и луговые остепняющиеся почвы, характеризующиеся высоким содержанием гумуса (до 6%), высокой обеспеченностью элементами минерального питания и значениями $pH=8-8,5$ [12, 15].

Пойменные почвы в природных условиях до ввода в действие Волгоградского водохранилища содержали невысокое количество водно-растворимых солей. Плотный остаток, как правило, не превышал 0,3%, химический состав солей характеризуется незначительным содержанием хлора и относительно высоким содержанием магния, натрия и щелочности. Решающую роль в процессах соле-накопления играет режим поемности (частота и продолжительность затопления), который определяет уровень и химический режим грунтовых вод и динамику солей в почвах. Источниками водно-растворимых солей в пойменных почвах являются вода р. Волги и древние засоленные морские отложения [9, 15, 18, 38].

Регулирование речного стока водохранилищами существенно повлияло на плодородие почв и экологическое равновесие поймы в целом.

Объем весенне-летнего стока (IV-VI месяцы) в современных условиях снизился по сравнению с естественным (130 км^3) до 100 км^3 , сток взвешенных наносов в период половодья сократился с 6,7 до 3,3 млн.т.

Продолжительность полного затопления центральной поймы сократилась до 10-41 сут, прирусловой – до 10-30 сут. Притеррасная часть поймы затопляется не более, чем на 10 сут.

Следует, однако, отметить, что регулирование стока не ограничивается изменением режима поемности и аллювиальности. Нарушение естественного гидрологического режима и осветление воды явилось причиной интенсивного развития необратимых русловых процессов на всем протяжении поймы от Волгограда до вершины дельты. Наиболее негативными с мелиоративной точки зрения последствиями являются постепенный переход от многорукавности к однорукавности и отмирание проток и ериков, что вызывает ухудшение обводнения поймы в паводок и условий дренированности в межень, особенно для центральной части поймы [3, 6].

Исследования показали, что изменение режима поемности, аллювиальности и дренированности сопровождается снижением содержания гумуса в почвах и, в конечном счете, ухудшением основных свойств и плодородия почв.

Методика и материалы. При оценке свойств и плодородия пойменных почв необходимо учитывать не только поступление солнечной энергии и атмосферных осадков, но и режим поемности, аллювиальности и биопродуктивность биогеоценозов, которые определяют в комплексе условия почвообразования. Из этого перечня факторов только атмосферные осадки отражают зональные условия, остальные факторы, наряду с зональными, определяются режимом жидкого и твердого речного стока.

В качестве интегральных показателей, учитывающих все перечисленные факторы, и характеризующих плодородие почв целесообразно использовать «индекс сухости» Бутыко, отражающий гидротермический режим территории (\bar{R}), затраты солнечной энергии на почвообразование (\bar{Q}) и плодородие почв (S). Применительно к пойменной природно-хозяйственной системе «индекс сухости» можно записать в виде [2, 5]:

$$\bar{R} = \frac{R - \Delta R}{L(O_c + W)} \quad (1)$$

где \bar{R} – «индекс сухости» Бутыко; R – радиационный баланс, определяющий приток солнечной энергии, кДж/см^2 в год; ΔR – радиационный баланс в период затопления поймы, который зависит от сроков и продолжительности затопления, кДж/см^2 ; L – скрытая теплота парообразования, кДж/см^3 год; O_c – сумма атмосферных осадков за вычетом осадков за период затопления, см; W – дополнительное поступление воды в почвы в период затопления, см. Основным достоинством «индекса сухости» является то, что он характеризует не только гидротермический режим территории, но и является одним из основных средообразующих факторов, определяющих связь климатических факторов и режима поемности практически со всеми природными элементами системы (растительность, почва, подземные воды) [5, 10, 11, 17, 18, 20]. Не менее важным свойством \bar{R} является также возможность учета влияния хозяйственной деятельности на величины W и ΔR , при изменении режима поемности в результате регулирования стока водохранилищами.

Величина (\bar{R}) определяет также направленность процессов почвообразования. При значениях (\bar{R}) < 1,0 в почвах преобладают процессы химического выветривания, разрушения и вымыва минеральной части, ощелачивания и лессиважа. При (\bar{R}) > 2,5 основной почвенный процесс – физическое

выветривание, минерализация органического вещества и накопление вводно-растворимых солей. При $1,0 \leq \overline{R} \leq 2,5$ в почвах господствуют биохимические процессы накопления органического вещества, элементов минерального питания и формирования высокоплодородных почв.

Для количественной оценки продуктивности естественных биоценозов поймы в работе использованы предложения Раменского [20], учитывающие влияние режима поемности и аллювиальности.

$$\overline{B} = \exp(1,25 - \overline{R}) \cdot K_o \quad (2)$$

где \overline{B} - относительная продуктивность, $\overline{B} = B/B_o$; B_o - потенциальная продуктивность биоценозов при \overline{R} , т/га; K_o - коэффициент, учитывающий влияние степени аллювиальности (поступление наилка). В соответствии с Данными Раменского, коэффициент (K_o) определяется объемом твердого стока и для Волго-Ахтубинской поймы после зарегулирования стока Волгоградским водохранилищем составляет 0,7-0,86 в зависимости от объема весенне-летнего попуска.

Изменение запасов гумуса в почвах зависит от поступления органического вещества и процессов его гумификации и определяется из выражения [8]

$$\overline{G} = \exp(-\gamma T) \quad (3)$$

где \overline{G} - изменение содержания гумуса, $\overline{G} = \frac{G}{G_o}$; G_o - исходное содержание гумуса, т/га; \overline{G} - содержание гумуса после зарегулирования стока, т/га, T - время, годы;

$$\gamma = \frac{\Delta \overline{B}}{\overline{B}_1} m \quad (4)$$

где $\Delta \overline{B} = \overline{B}_1 - \overline{B}_2$; \overline{B}_1 - исходная продуктивность биоценозов; \overline{B}_2 - продуктивность биоценозов после зарегулирования стока; m - коэффициент, учитывающий процессы гумификации растительных остатков, $m=0,015$.

При оценке плодородия почв кроме гидротермического режима необходимо учитывать запасы и состав гумуса, внесение органических и минеральных удобрений, а также кислотно-щелочные условия. В качестве такой модели целесообразно использовать так называемый «индекс почвы», характеризующий ее плодородие [1, 17].

$$S = a_2(G_r + 0,2G_\phi) + \beta^3 \sqrt{N \cdot P \cdot K} + \gamma \exp[-|(H_r - 1)|/a_3] \quad (5)$$

где: S - относительное плодородие почв в баллах; G_r и G_ϕ - запасы гуматного и фульватного (растворимого) гумуса, т/га; N , P , K - наличие элементов минерального питания, в долях от максимального их содержания в почве; H_r - гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г; a_2 , β , γ , a_3 - коэффициенты, пропорциональные $a_2 = 0,011$ га/т, $\beta = 8,5$, $\gamma = 5,1$, $a_3 = 4$ мг-экв/100г.

Гидрологические условия и режим поемности в работе рассмотрены на основании данных многолетних наблюдений за стоком реки Волги за период с 1881 по 1955 гг. и с 1960 по 2005 гг. (до и после ввода в эксплуатацию Волгоградского гидроузла). Для оценки микроклимата поймы в работе использованы данные по 6 метеорологическим станциям, расположенным в пределах поймы или в непосредственной близости к ней (Волгоград, Ахтуба, Капустин Яр, Харабали, Астрахань, Оранжевое) [21].

Изменение основных свойств и плодородия почв Волго-Ахтубинской поймы до и после зарегулирования стока оценивалась на основании обобщения результатов исследований почвенного института им. В.В.Докучаева, Московского гидромелиоративного института (ныне МГУП), МГУ им. Ломоносова и других организаций [16, 15, 18, 38]. В работе рассмотрены пути улучшения плодородия почв приречной и центральной частей поймы, подвергшихся наибольшему воздействию регулирования стока. Решение этой сложной проблемы требует рассмотрения различных вариантов использования природных ресурсов и, в первую очередь, изменение режима весенне-летних попусков из водохранилища и применения системы мелиоративных мероприятий по усилению естественной дренированности центральной части поймы. В работе рассмотрено 4 варианта, в том числе:

- сохранение существующего режима весенне-летних попусков в объеме 100 км³ и усиление естественной дренированности центральной и частично приречной части поймы за счет расчистки, восстановления заиленных протоков и ериков и устранения дополнительных открытых коллекторов;
- увеличение объема весенне-летнего попуска до 110 км³ и усиление дренированности;
- увеличение объема весенне-летних попусков до 120 км³ и усиление дренированности;
- увеличение объема весенне-летних попусков до 130 км³ и усиление дренированности. Этот вариант характеризуется восстановлением весенне-летних попусков до природных объемов.

Результаты выполненных исследований и расчетов показали, что зарегулирование стока Волгоградской ГЭС существенно изменило режим поемности, условия формирования и плодородия почв приречной и центральной части поймы.

Изменения эти варьировались, прежде всего, в нарушении гидротермического режима (\bar{R}), исторически сложившегося баланса солей поймы, изменении продуктивности биоценозов (\bar{B}) и запасов гумуса в почвах (G) и, как следствие, снижении плодородия почв (S).

После ввода в эксплуатацию Волгоградского водохранилища и снижения объема весенне-летних попусков со 130 до 100 км³ резко изменился гидротермический режим – один из основных средообразующих факторов. Величина (\bar{R}) увеличилась с 1,43 до 2,05 для приречной части и с 1,21 до 1,41 – для центральной части поймы. Это произошло в результате уменьшения продолжительности затопления поймы, увеличения равноценного баланса и уменьшения влагообеспеченности. Таблица 1.

Уменьшение объема весенне-летнего попуска до 100 км³ привело к снижению естественной дренированности поймы в результате заилиения и зарастания ериков и проток и изменению процессов соленакопления. Если в природных условиях баланс воднорастворимые солей был практически скомпенсирован, то в современных условиях приход солей значительно превышает их расход (+299 кг/га в год). Таблица 1. Таким образом, пойма превратилась в зону активного соленакопления.

Изменение режима поемности и аллювиальности привело к нарушению природных процессов почвообразования, снизилась продуктивность (\bar{B}), уменьшились запасы гумуса и элементов минерального питания в почвах.

В конечном счете, все указанные выше нарушения природных процессов почвообразования сопровождались снижением плодородия почв. Расчеты, выполненные с использованием выражений (2-5) показали, что продуктивность естественных биоценозов снизилась по сравнению с исходной на 58% для приречной части и на 27% для центральной части поймы. Соответственно уменьшились и запасы гумуса на 31% в почвах приречной части и на 16% - в почвах центральной части поймы (Таблица 1).

Результаты расчетов согласуются с данными натурных исследований.

Рассмотрим эффективность различных вариантов режима попусков из водохранилища на фоне увеличения естественной дренированности. В общем случае, изменение режима поемности (сроков и продолжительности затопления поймы) должны сопровождаться улучшением гидротермического режима (\bar{R}), что наряду с усилением естественной дренированности приведет к изменению баланса водно-растворимых солей и улучшению условий почвообразования. Обобщение имеющихся литературных данных и выполненные нами расчеты подтверждают это [19, 20, 21].

Увеличение объемов весенне-летних попусков позволяет улучшить один из основных средообразующих факторов (\bar{R}) вплоть до полного восстановления природных условий (при попусках 130 км³). Казалось бы, что восстановление природного режима поемности должно восстановить и природные процессы почвообразования и плодородия почв. Однако этого не наблюдается [21]. Дело в том, что увеличение попусков восстанавливает только режим поемности, но не режим аллювиальности; объем твердого стока и поступление наилка, содержащего большое количество органического вещества и элементов минерального питания, после зарегулирования стока Волгоградским водохранилищем сократился в 2-3 раза по сравнению с природными условиями.

Выполненные нами расчеты и обобщение имеющихся литературных данных показали, что относительное плодородие почв (S) хотя и возрастает по мере увеличения объема весенне-летнего попуска, но даже при максимальных попусках (130 км³), соответствующих природным условиям, не достигают исходных значений.

Таблица 1

Основные показатели, характеризующие мелиоративное состояние и плодородие почв Волго-Ахтубинской поймы

Показатели	До зарегулирования стока	После зарегулирования стока	Варианты попусков			
			1	2	3	4
Гидротермический режим, (\bar{R})						
Приречная часть поймы	1,43	2,05	2,05	1,9	1,7	1,43
Центральная часть поймы	1,25	1,41	1,41	1,36	1,30	1,25

Относительная продуктивность, \overline{B}						
Приречная часть поймы	0,88	0,37	0,37	0,42	0,52	0,73
Центральная часть поймы	1,0	0,73	0,73	0,76	0,83	0,86
Содержание гумуса, т/га						
Приречная часть поймы	200	138	138	141	151	168
Центральная часть поймы	588	494	494	512	529	541
Относительное плодородие почв, S , баллы						
Приречная часть поймы	12,6	10,8	10,8	11,0	11,4	11,8
Центральная часть поймы	17,2	15,9	15,9	16,2	16,5	16,6

Результаты выполненных исследований позволяют сделать ряд важных с научной и практической точки зрения выводов.

1. Основными мероприятиями, обеспечивающими улучшение свойств и плодородия почв Волго-Ахтубинской поймы, являются увеличение объемов весенне-летних попусков из Волгоградского водохранилища и усиление естественной дренированности поймы.

2. Предлагаемая методика количественной оценки продуктивности естественных биоценозов, содержания гумуса и плодородия почв может быть использована для разработки системы мелиоративных мероприятий Волго-Ахтубинской поймы.

3. Полное восстановление продуктивности биоценозов, содержания гумуса и плодородия почв, не говоря уже об улучшении этих показателей по сравнению с природными, не представляется возможным. Можно говорить только об улучшении этих показателей по сравнению с существующим состоянием.

4. Выбор наиболее эффективного варианта должно производиться на основе эколого-экономических расчетов, учитывающих не только требования повышения продуктивности биоценозов, плодородия почв и экологической стабильности, но и требований других отраслей хозяйства – гидроэнергетики, рыбного хозяйства и водного транспорта.

Литература

1. Айдаров И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель. М., Агропромиздат, 1985, с. 7-18.
2. Айдаров И.П., Голованов А.И., Никольский Ю.Н. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель. М., Агропромиздат, 1990, 58с.
3. Александровский А.Ю., Силаев Б.И., Чуканов В.В. Влияние русловых деформаций на условия эксплуатации Волжско-Камского каскада ГЭС. XV пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозийных, русловых и устьевых процессов. МГУ, ВПГУ, Волгоград. М., Перемена, 2000.
4. Барышников Н.Б. Морфология, гидрология и гидравлика пойм. Л., Гидрометеиздат, 1984, 250 с.
5. Будыко М.И. Глобальная экология. М., Мысль, 1977, 316с.
6. Буланов Е.П. Вертикальные деформации в нижнем бьефе Волжской ГЭС.
7. Владыченский С.А. Генезис почв Волго-Ахтубинской поймы и волжской дельты. Ж. Почвоведение, N 9, 1954.
8. Волобуев В.Р. Введение в энергетику почвообразования. М, Наука, 1974, 118с.
9. Голованов А.И. Прогноз водного и солевого режимов Волго-Ахтубинской поймы в условиях обвалования при строительстве Нижне-Волжской ГЭС, обвалования поймы и управляемого увлажнения. Отчет НИС МГМИ. М., 1964, № 0867.
10. Григорьев А.А. О взаимосвязи и взаимообусловленности компонентов географической среды и о роли в них обмена веществ и энергии // Известия АН СССР, Серия География, 1956, № 4.
11. Докучаев В.В. Избранные труды. М., Изд-во АН СССР, 1943.
12. Егоров В.В. и др. Укрупненное почвенно-мелиоративное районирование Волго-Ахтубинской поймы. Ж. Почвоведение, № 3, 1962.
13. Козловский Ф.И., Корнблум Э.А. Мелиоративные проблемы освоения пойм степной зоны. М., Наука, 1972, 220с.
14. Кузин В.Н. Режим грунтовых вод поймы Волго-Ахтубы. Труды НИИ Геологии Саратовского гос. Университета, Саратов, 1938.
15. Летунов П.А. Почвы Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги. Сб. памяти В. Р. Вильямса. М., изд-во АН СССР, 1942.
16. Николаев В.А. Рельеф Волго-Ахтубинской поймы и его сельскохозяйственная оценка // Вестник МГУ. Сер. География, 1936, № 6.
17. Пегов С.А., Хомяков П.М. Моделирование развития экологических систем. Л., Гидрометеиздат, 1991, 208с.

18. Плюснин И.И. Почвы Волго-Ахтубинской поймы. М., 1938.
19. Поляков В.В. Гидрологические исследования Нижней Волги. М, Госстройиздат, 1938.
20. Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М., Сельхозгиз, 1938.
21. Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР. М., Колос, 1967, 334с.

Reftrences

1. Aydarov I.P. Regulirovaniye vodno-solevogo i pitatel'nogo rezhimov oroshayemykh zemel. M. Agro-promizdat. 1985. s. 7-18.
2. Aydarov I.P. Golovanov A.I. Nikolskiy Yu.N. Optimizatsiya meliorativnykh rezhimov oroshayemykh i osushayemykh selskokhozyaystvennykh zemel. M. Agropromizdat. 1990. 58s.
3. Aleksandrovskiy A. Yu.. Silayev B.I. Chukanov V.V. Vliyaniye ruslovykh deformatsiy na usloviya eks-pluatatsii Volzhsko-Kamskogo kaskada GES. XV plenarnoye mezhdvuzovskoye koordinatsionnoye soveshcha-niye po probleme erozionnykh. ruslovykh i ustyevykh protsessov. MGU. VPGU. Volgograd. M. Pereme-na. 2000.
4. Baryshnikov N.B. Morfologiya. gidrologiya i gidravlika poym. L. Gidrometeoizdat. 1984. 250 s.
5. Budyko M.I. Globalnaya ekologiya. M. Mysl. 1977. 316s.
6. Bulanov E.P. Vertikalnyye deformatsii v nizhnem byefe Volzhskoy GES.
7. Vladychenskiy S.A. Genezis pochv Volgo-Akhtubinskoy poymy i volzhskoy delty. Zh. Pochvovedeniye. N 9. 1954.
8. Volobuyev V.R. Vvedeniye v energetiku pochvoobrazovaniya. M. Nauka. 1974. 118s.
9. Golovanov A.I. Prognoz vodnogo i solevogo rezhimov Volgo-Akhtubinskoy poymy v usloviyakh obvalovaniya pri stroitelstve Nizhne-Volzhskoy GES. obvalovaniya poymy i upravlyayemogo uvlazhneniya. Otchet NIS MGMI. M. 1964. № 0867.
10. Grigoryev A.A. O vzaimosvyazi i vzaimoobuslovennosti komponentov geograficheskoy sredy i o roli v nikh obmena veshchestv i energii // Izvestiya AN SSSR. Seriya Geografiya. 1956. № 4.
11. Dokuchayev V.V. Izbrannyye trudy. M. Izd-vo AN SSSR. 1943.
12. Egorov V.V. i dr. Ukrupnennoye pochvenno-meliorativnoye rayonirovaniye Volgo-Akhtubinskoy poymy. Zh. Pochvovedeniye. № 3. 1962.
13. Kozlovskiy F.I. Kornblyum E.A. Meliorativnyye problemy osvoyeniya poym stepnoy zony. M. Nauka. 1972. 220s.
14. Kuzin V.N. Rezhim gruntovykh vod poymy Volgo-Akhtuby. Trudy NII Geologii Saratovskogo gos. Universiteta. Saratov. 1938.
15. Letunov P.A. Pochvy Volgo-Akhtubinskoy poymy i delty Volgi. Sb. pamyati V. R. Viliamsa. M. izd-vo AN SSSR. 1942.
16. Nikolayev V.A. Relyef Volgo-Akhtubinskoy poymy i ego selskokhozyaystvennaya otsenka // Vestnik MGU. Ser. Geografiya. 1936. № 6.
17. Pegov S.A. Khomyakov P.M. Modelirovaniye razvitiya ekologicheskikh sistem. L. Gidrometeoizdat. 1991. 208s.
18. Plyusnin I.I. Pochvy Volgo-Akhtubinskoy poymy. M. 1938.
19. Polyakov V.V. Gidrologicheskiye issledovaniya Nizhney Volgi. M. Gosstroyizdat. 1938.
20. Ramenskiy L.G. Vvedeniye v kompleksnoye pochvenno-geobotanicheskoye issledovaniye zemel. M. Sel-khozgiz. 1938.
21. Shashko D.I. Agroklimaticheskoye rayonirovaniye SSSR. M. Kolos. 1967. 334s.

Данные об авторах:

Савельев Александр Валентинович, кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственного строительства и экспертизы объектов строительства института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева
ssaveliev@rambler.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева ул. Большая Академическая, 44, 127550, Москва, Россия.

Data about the authors:

Savelyev Alexander Valentinovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Department of Agricultural Construction and Examination of Construction Objects, Institute of Land Reclamation and Water Management and Construction named after A. N. Kostyakov, Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy
Russian State Agrarian University-Timiryazev Moscow Agricultural Academy, 44 Bolshaya Akademicheskaya str., 127550, Moscow, Russia.

Рецензент:

Силкин Александр Михайлович, доктор технических наук, профессор