

avtoreferat dis. ... kandidata biologicheskikh nauk: 03.02.08 / Morev Dmitrii Vladimirovich; [Mesto zashchity: Mosk. s.-kh. akad. im. K.A. Timiriazeva]. – Moskva, 2017. – 25 s.

6. Rossiter, D.G. (1996). A theoretical framework for land evaluation. *Geoderma*, 72, 165-190.

7. Virto I., Imaz M.J., Fernández-Ugalde O., et al. (2015). Soil Degradation and Soil Quality in Western Europe: Current Situation and Future Perspectives. *Sustainability*. 7 (1): 313-365. <https://doi.org/10.3390/su7010313>.

8. Pakhomia O.G. Plodorodie kashtanovykh pochv sukhoi stepi Altaiskogo kraia i puti ego upravleniia / O.G. Pakhomia, L.M. Tatarintsev, V.L. Tatarintsev // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2004. – No. 4 (16). – S. 172-175.

9. Agroklimaticheskie resursy Altaiskogo kraia. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1971.

10. Prirodnoe raionirovanie Altaiskogo kraia. – Moskva: Izd-vo AN SSSR, 1959. – 380 s.

11. Pivovarova E.G. Sistema agrokhimicheskikh pokazatelei v regionalnoi klassifikatsii pochv Altaiskogo kraia / E.G. Pivovarova, E.V. Konontseva, Zh.G. Khludentsov, E.S. Popova // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 8 (166). – S. 40-47.

12. Klassifikatsiia i diagnostika pochv Rossii / Sost. L.L. Shishov, V.D. Tonkonogov, I.N. Lebedeva. – Smolensk: Oikumena, 2004. – 342 s.

13. Konontseva E.V. Agroekologicheskaiia tipizatsiia agrolandshaftov sukhoi stepi Altaiskogo kraia / E.V. Konontseva, Zh.G. Khludentsov, N.M. Pochemin // Evoliutsiia i degradatsiia pochvennogo pokrova: sbornik nauchnykh statei po materialam VI Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii (g. Stavropol, 19-22 sentiabria 2022 goda). – Stavropol: Sekvoia, 2022. – S. 196-199.

14. Povyshenie produktivnosti selskokhoziaistvennykh ugodii v usloviakh Altaia i Kazakhstana: sbornik nauchnykh trudov / Ros-selkhozakademii. GNU Altaiskii NIISKh. – Barnaul, 2012. – 324 s.

15. Drobyshev A.P. Analiz polevykh sevooborotov i ikh optimizatsiia dlia uslovii riskovannogo zemledeliia: rekomendatsii / A.P. Drobyshev, V.P. Oleshko, V.I. Usenko. – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2017. – 78 s.

*Работа выполнена в рамках Программы Приоритет 2030 по темам “Экологическое состояние агрогенных почв и режимы их рационального использования в условиях сухой степи Алтайского края”, «Эколого-химический центр».*



УДК 631.675.2

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-217-11-79-84

А.В. Тиньяев, Т.В. Терещенко

A.V. Tingaev, T.V. Tereshchenko

## ОБОСНОВАНИЕ ОРОШЕНИЯ КОСТРЕЦА БЕЗОСТОГО В УСЛОВИЯХ РЕКУЛЬТИВИРУЕМОГО ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

### SUBSTANTIATION OF AWNLESS BROME IRRIGATION UNDER THE CONDITIONS OF A RECLAIMED WASTE LANDFILL

**Ключевые слова:** полигон, рекультивация, гидротермический коэффициент, орошение, режим орошения, кострец безостый.

Особенности формирования почвенных конструкций вновь созданного агроландшафта также влияют на водный и тепловой режим урбаземов и выращиваемые многолетние травы. Для повышения урожайности мно-

голетних трав необходимо регулировать гидротермический режим урбаземов орошением. Конструктоземы вновь созданных агроландшафтов относятся к квази-земам, подгруппа урбиквазиземы. Погодные условия характеризуется резко континентальным климатом. По уровню влагообеспеченности территория засушливая, гидротермический коэффициент изменяется в интервале 0,7-1,0. Режим орошения многолетних трав взят

минимально рекомендуемый для многолетних трав для поддержания влажности на уровне 60% НВ в связи особенностями формирования агроландшафта на рекультивируемом участке. По результатам полученной урожайности следует, что кострец безостый восприимчив к поливу, а также к благоприятным почвенным характеристикам. Даже при отсутствии должного уровня влажности показывает хорошие результаты роста в период отавы.

**Keywords:** *waste landfill, reclamation, water retention curve, irrigation, irrigation regime.*

The features of soil structure formation in the newly developed agricultural landscape also affect the water and thermal regimes of urban soils and cultivated perennial grasses. To increase the yield of perennial grasses, it is

necessary to regulate the hydrothermal regimes of urban soils by irrigation. The constructed soils of newly created agricultural landscapes belong to quasi-soils (quazizem), a subgroup of urban quazizems. The weather conditions are characterized by a sharply continental climate. Regarding the level of moisture availability, the territory is arid, and the hydrothermal coefficient varies in the range of 0.7-1.0. The irrigation regime of perennial grasses is taken as the minimum recommended for perennial grasses to maintain moisture content at 60% of the least moisture capacity due to the peculiarities of agricultural landscape formation on a reclaimed site. According to the yield obtained, it follows that the awnless brome is susceptible to irrigation and to favorable soil characteristics. Even in the absence of a proper moisture content level, it shows good growth results in the aftergrowth period.

**Тингаев Анатолий Владимирович**, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: avtin@mail.ru.

**Терещенко Татьяна Васильевна**, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: tereshchenko\_tv@altspu.ru.

**Tingaeв Anatoliy Vladimirovich**, Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: avtin@mail.ru.

**Tereshchenko Tatyana Vasilevna**, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: tereshchenko\_tv@altspu.ru.

## Введение

Резко континентальный климат Алтайского края требует проведения оросительной мелиорации в засушливые годы на агроландшафте рекультивируемого полигона твердых коммунальных отходов. Особенности формирования почвенных конструкций вновь созданного агроландшафта также влияют на водный и тепловой режим урбаземов и выращиваемые многолетние травы. Для повышения урожайности многолетних трав необходимо регулировать гидротермический режим урбаземов орошением.

**Цель** исследования – обосновать орошение костреца безостого в условиях агроландшафта рекультивируемого полигона твердых коммунальных отходов.

## Объекты, методы и условия исследований

Объектом исследования явился опытный участок, сформированный в результате рекультивации выведенного участка полигона твердых коммунальных отходов. Данный объект находится в северо-западной части г. Барнаула в границах существовавшего Льяного лога.

Опыт заложен согласно методике полевого опыта по Б. А. Доспехову. Оросительные нормы определяли по биоклиматическому методу

С.М. и А.М. Алпатьевых и формуле А.Н. Костякова. Расчет поливных норм для костреца безостого был проведен по методике А.Н. Костякова.

Было сформировано 3 вида конструкторземов: полевой опыт был заложен в 3 вариантах по использованию ОСВ в рекультивации: контроль, почвогрунт (606 т/га), смесь осадка сточных вод (ОСВ) и почвогрунта (303 т/га ОСВ + 303 т/га почвогрунта), осадок сточных вод (606 т/га ОСВ) [1].

Конструкторземы вновь созданных агроландшафтов относятся к квазиземам, подгруппа урбиквазиземы, которые представляют собой гумусированные, внешне сходные с почвами, т.е. почвоподобные образования [2].

Почвенная структура вновь созданных урбиквазиземов разрушена. В 1-м варианте квазизем опесчаненный легкий суглинок, во 2-м и 3-м вариантах – квазизем супесчаный. Физической глины в слое 10-20 см в 1-м варианте 26,34%, во 2-м – 20,28%, в 3-м – 19,64%. В 1-м варианте сформированные квазиземы низкогумусовые с содержанием 3,2%, во 2-м и 3-м – высокогумусовые – 7,8 и 8,7%. Реакция почвенного раствора 5,8 и 5,9 для 2-го и 3-го варианта, соответственно, является нейтральной, для 1-го вари-

анта составляет 7,8 и является слабощелочной. Плотность сложения квазиземов зависит от почвогрунта и составляет 1,3; 1,03; 0,82 г/см<sup>3</sup> для 1-, 2- и 3-го вариантов соответственно. Коэффици-

ент фильтрации квазиземов 1-го варианта 24,3, 2-го – 69,05, 3-го – 655,68 см/сут.

Погодные условия характеризуются резко континентальным климатом (рис. 1).

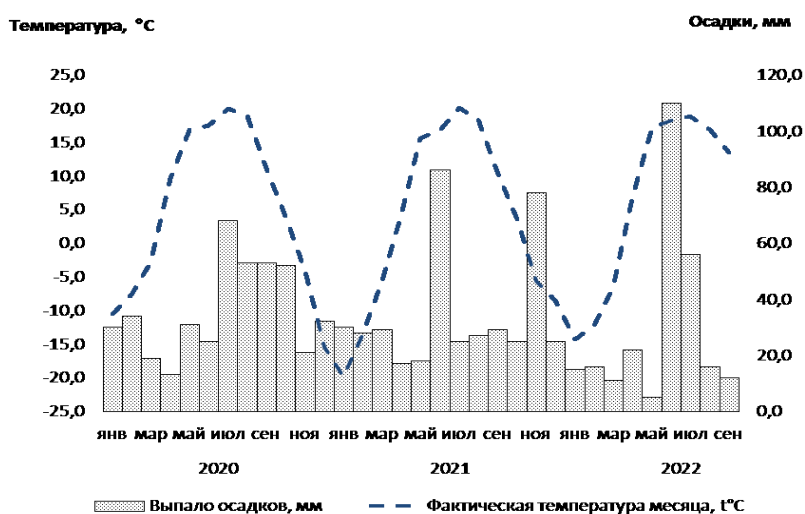


Рис. 1. Климатическая диаграмма г. Барнаула в период исследования

Наблюдаются резкие перепады температур при смене сезонов, длительные периоды жары и холода. Средняя годовая температура воздуха составляет 4,8°C [3, 4] Наиболее холодным является январь со среднесуточной температурой за годы исследования -14,9°C, однако абсолютный минимум за период исследования достигнут в 2021 г. – -41,2°C. Переход среднесуточной температуры через 0°C происходит в апреле. Наиболее высокая среднемесячная температура наблюдается в июле 2021 г. – 20,1°C, а абсолютный максимум – 34,3°C. Амплитуда колебаний среднемесячных температур воздуха за год достигала 39,8°C в 2020 г., а 2021 г. – 34,4°C. За 2020 г. сумма выпавших осадков близка к норме, а вот в последующие годы количество осадков снижается.

В период холода для территории Барнаула характерны метели и северо-западное направление ветра, в теплый период – южные, юго-западные направления (рис. 2) [5], имеющие большое значение в описании ветрового режима Барнаула. В теплые периоды приносятся большие массы теплого воздуха, однако южное направление в зимний период ослабевает влияние северных ветров и определенное потепление температуры.

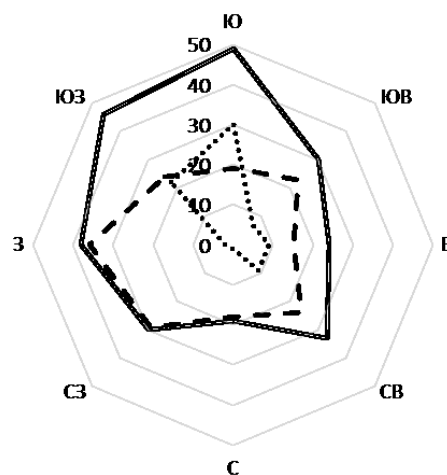


Рис. 2. Роза ветров за 2022 г.

Для определения комплекса климатических условий, гидротермических условий конструкторов применяли общепринятые методики. Гидротермический коэффициент был установлен по методике Г.Т. Селянинова [6].

### Результаты исследования и их обсуждение

Для общей оценки климата используется гидротермический коэффициент, который показывает влагообеспеченность региона к выращиванию тех или иных культур. Коэффициент был рассчитан за вегетационные периоды исследования (рис. 3).

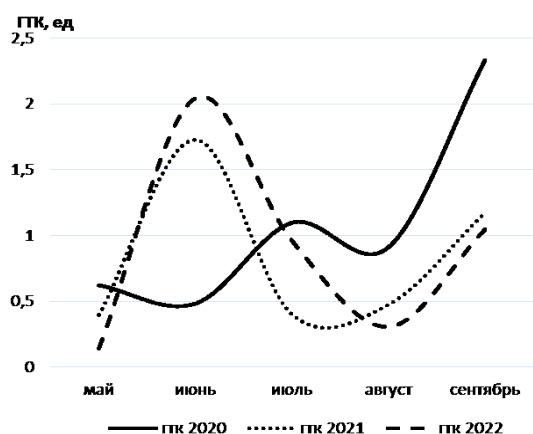


Рис. 3. Гидротермический коэффициент

Гидротермический коэффициент показывает недостаточность влагообеспеченности территории и зависит от показателей климатограммы. Минимальная влагообеспеченность в 2020 г. была в июне, в 2021 и 2022 гг. – в июле и августе, в связи с малым количеством выпавших осадков и повышенными среднесуточными температурами. Годовое значение гидротермического коэффициента по Селянину изображено на рисунке 4.

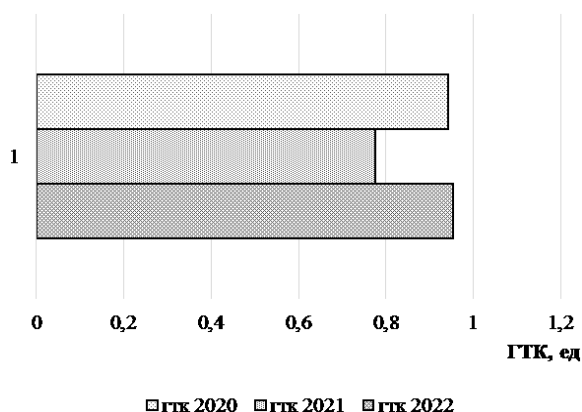


Рис. 4. Изменения гидротермического коэффициента за исследуемый период

По уровню влагообеспеченности территория засушливая, гидротермический коэффициент изменяется в интервале 0,7-1,0.

Количество осадков в виде снега в 2020 г. суммарно больше, чем в 2021 и 2022 гг. (рис. 5).

В связи с особенностями рекультивации полигона и формирования агроландшафта питание грунтовыми водами на нашем участке исключено. Влагозапас в вариантах с использова-

нием смеси и осадка сточных вод в качестве почвогрунта выше, чем в варианте с почвой (рис. 6).

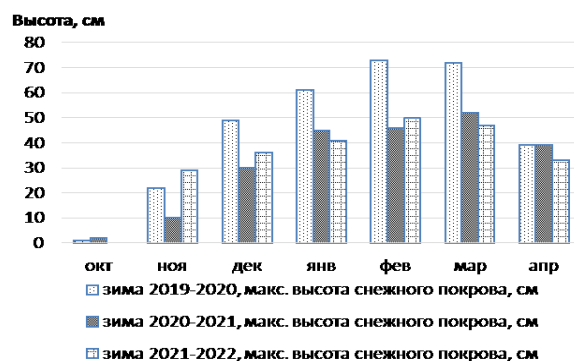


Рис. 5. Высота снежного покрова за исследуемый период по годам

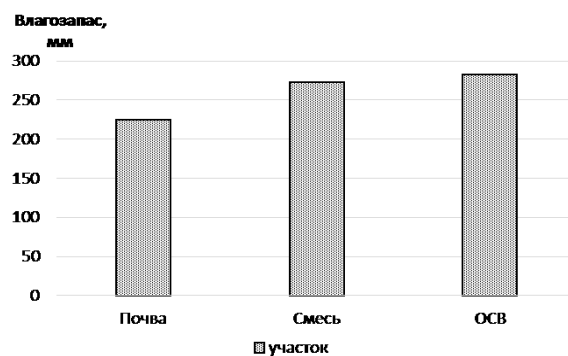


Рис. 6. Влагозапас в конструктоземах

Поверхностная температура конструктоземов практически не зависит от использованного грунта при рекультивации (рис. 7).

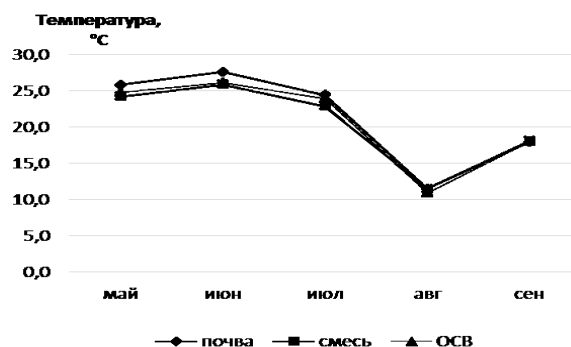


Рис. 7. Показатели температуры поверхности корнеобитаемого слоя конструктоземов при орошении

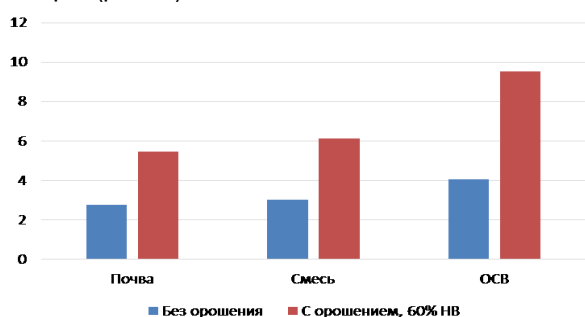
Исследуемые участки были поделены на варианты с орошением и без орошения. Режим орошения многолетних трав взят минимально

рекомендуемый для многолетних трав с поддержанием влажности на уровне 60% НВ в связи особенностями формирования агроландшафта на рекультивируемом участке [7].

Рассчитанная нами оросительная норма для режима орошения 60% НВ составила 2200, 2250, 2350 м<sup>3</sup>/га на 1-, 2- и 3-м вариантах соответственно [8, 9].

Поливная норма 1-го варианта за 5 поливов изменялась от 430-450 м<sup>3</sup>/га, 2-го – за 4 полива, составив 550 м<sup>3</sup>/га, 3-го – за 5 поливов, изменяясь от 450 до 500 м<sup>3</sup>/га.

Урожайность костреца безостого за 2 укоса на вариантах с орошением превышает вариант богары (рис. 8).



**Рис. 8. Урожайность сена костреца безостого, т/га**

По результатам полученной урожайности следует, что кострец безостый восприимчив к поливу, а также к благоприятным почвенным характеристикам. Даже при отсутствии должного уровня влажности показывает хорошие результаты роста в период отавы.

### Выводы

Полученный гидротермический коэффициент по методике Г.Т. Селянинова характеризует рекультивируемую территорию полигона засушливой.

Оросительная норма для поддержания влажности на уровне 60% НВ для вариантов составила 2200, 2250, 2350 м<sup>3</sup>/га и позволила получить урожайность костреца безостого по сравнению с вариантом без орошения в 2 раза и более выше. Для создания оптимальных условий для роста и развития растений в условиях вновь созданного агроландшафта необходим полив.

### Библиографический список

1. Чепрунова, Ю. В. Урожайность и качество продукции сельскохозяйственных культур на вновь созданном агроландшафте рекультивируемого полигона твердых коммунальных отходов / Ю. В. Чепрунова, А. В. Тиньгаев, В. Б. Шепталов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4(198). – С. 49-54.
2. Строганова, М. Н. Городские почвы: генезис, классификация, функции / М. Н. Строганова, А. Д. Мягкова, Т.В. Прокофьева. – Текст: непосредственный // Почва. Город. Экология / под редакцией Г. В. Добровольского. – Москва, 1997. – С. 15-85.
3. Ежегодный доклад о состоянии и об охране окружающей среды городского округа – города Барнаула Алтайского края. – URL: [https://barnaul.org/committee\\_information/otdel-pokhrane-okruzhayushchey-sredy/ekologicheskoe-obrazovanie-i-prosveshchenie-informatsiya-dlya-naseleniya/ezhegodnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ob-okhrane-okruzhayushchey-sredy-gorodskogo-okruga-goroda-barnaula.html](https://barnaul.org/committee_information/otdel-pokhrane-okruzhayushchey-sredy/ekologicheskoe-obrazovanie-i-prosveshchenie-informatsiya-dlya-naseleniya/ezhegodnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ob-okhrane-okruzhayushchey-sredy-gorodskogo-okruga-goroda-barnaula.html) (дата обращения: 02.09.2022). – Текст: электронный.
4. Справочно-информационный портал «Погода и климат». – URL: <http://www.pogodai-klimat.ru/monitor.php?id=29838> (дата обращения: 02.09.2022). – Текст: электронный.
5. Справочно-информационный портал «Гисметео». – URL: <https://www.gismeteo.ru/diary/4368/2022/10/> (дата обращения: 02.09.2022). – Текст: электронный.
6. Макарычев, С. В. Влияние климатических и почвенно-физических факторов на урожайность столовой свёклы в условиях Алтайского Приобья / С. В. Макарычев, Н. И. Зайкова, И. В. Гефке. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1 (123). – С. 47-53.
7. Маслов, Б. С. Справочник по мелиорации / Б.С. Маслов, И. В. Минаев, К. В. Губер. – Москва: Росагропромиздат, 1989. – 383 с. – Текст: непосредственный.
8. Терещенко, Т. В. Обоснование введения режимов орошения и определение норм орошения на созданных агроландшафтах рекультиви-

руемого полигона ТКО / Т. В. Терещенко, А. В. Тингаев. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 кн. / XVI Международная научно-практическая конференция (9-10 февраля 2021 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2021. – Кн. 1. – С. 354-356.

9. Tereshchenko T.V., Tingaev A.V. Influence of soil structure of newly formed agricultural landscape of recultivated landfill of municipal solid waste on its humidity // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, 2021. S. 42061.

### References

1. Cheprunova Iu.V. Urozhainost i kachestvo produktsii selskokhoziaistvennykh kultur na vnov sozdannom agrolandshafte rekultiviruемого полигона tverdykh kommunalnykh otkhodov / Iu.V. Cheprunova, A.V. Tingaev, V. B. Sheptalov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – No. 4 (198). – S. 49-54.

2. Stroganova M.N., Miagkova A.D., Prokofeva T.V. Gorodskie pochvy: genesis, klassifikatsiia, funktsii. – Pochva. Gorod. Ekologiya. Pod red. G.V. Dobrovolskogo. – Moskva, 1997. – S. 15-85.

3. Ezhegodnyi doklad o sostoianii i ob okhrane okruzhaiushchei sredey gorodskogo okruga – goroda Barnaula Altaiskogo kraia [Elektronnyi resurs]. URL: [https://barnaul.org/committee\\_information/otdel-pokhrane-okruzhayushchey-sredey/ekologicheskoe-obrazovanie-i-prosveshchenie-informatsiya-dlya-naseleniya/ezhegodnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ob-](https://barnaul.org/committee_information/otdel-pokhrane-okruzhayushchey-sredey/ekologicheskoe-obrazovanie-i-prosveshchenie-informatsiya-dlya-naseleniya/ezhegodnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ob-)

okhrane-okruzhayushchey-sredey-gorodskogo-okruga-goroda-barnaula.html (data obrashcheniia 02.09.2022).

4. Spravochno-informatsionnyi portal «Pogoda i klimat». – URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=29838> (data obrashcheniia: 02.09.2022).

5. Spravochno-informatsionnyi portal «Gismeteo». – URL: <https://www.gismeteo.ru/diary/4368/2022/10/> (data obrashcheniia: 02.09.2022).

6. Makarychev S.V. Vliianie klimaticheskikh i pochvenno-fizicheskikh faktorov na urozhainost stolovoi svekly v usloviakh Altaiskogo Priobia / S.V. Makarychev, N.I. Zaikova, I.V. Gefke // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – No. 1 (123). – S. 47-53.

7. Maslov B.S., Minaev I.V., Guber K.V. Spravochnik po melioratsii. – Moskva: Rosagropromizdat, 1989. – 383 s.

8. Tereshchenko T.V., Tingaev A.V. Obosnovanie vvedeniia rezhimov orosheniia i opredelenie norm orosheniia na sozdannykh agrolandshaftakh rekultiviruемого полигона ТКО // Agrarnaia nauka – selskomu khoziaistvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XVI Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaia konferentsiia (9-10 fevralia 2021 g.). – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2021. – Кн. 1. – С. 354-356.

9. Tereshchenko T.V., Tingaev A.V. Influence of soil structure of newly formed agricultural landscape of recultivated landfill of municipal solid waste on its humidity // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, 2021. S. 42061.

