

8. Методические указания по гетерозисной селекции подсолнечника. – Москва, 1980. – 21 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Kazakhstan: rekordy i osobennosti razvivayu shchegosya rynka podsolnechnika i podsolnechnogo masla [Elektronnyj resurs]: <https://agbz.kz/kazakhstan-rekordy-i-osobennosti-razvivajushh-egosya-rynka-podsolnechnika-i-podsolnechnogo-masla> (data obrashcheniya 27.08.2019).

2. Muratov, I. A. Ekologicheskoe ispytanie sortov i gibridov podsolnechnika v Vostochno-Kazahstanskoj oblasti Respubliki Kazahstan. / I. A. Muratov, G.N. Kuz'mina, N.V. Solomina – Текст: непосредственный. // *Mañslichnye kul'tury: nauch.-tekhnich. byul. VNIIMK.* – Krasnodar, 2012. - Вып. 1. – С. 71-76.3.

3. Voskoboyn'ik, L. K. Metodicheskie ukazaniya po geterozisnoj selekcii podsolnechnika / L. K. Voskoboyn'ik, N. I. Bochkarev. – Moskva, 1980. – 24 s. – Текст: непосредственный.

3. Polevshchikov, S. I. Otsenka adaptivnosti gibridov podsolnechnika inostrannoj selekcii k

pochvenno-klimaticheskim usloviyam Tambovskoj oblasti / S. I. Polevshchikov, A. S. Vekroshanskij. – Текст: непосредственный // *Vestnik Michur. gos. agrar. un-ta.* – 2011. – № 2, ch. 1. – С. 129-1335.

4. Romanova, N.V. Otsenka gibridov podsolnechnika po priznakam produktivnosti v usloviyah Vostochno-Kazahstanskoj oblasti Respubliki Kazahstan / N. V. Romanova, S. V. Zharkova. – Текст: непосредственный // *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* – 2016. – № 8 (142). – С. 15-19.

5. Sistema vedeniya sel'skogo hozyajstva Vostochno-Kazahstanskoj oblasti: rekomendacii / pod red. ZH.O. Ospanbaeva. – Ust'-Kamenogorsk, 2004. – 524 s. – Текст: непосредственный.

6. Anashchenko A.V. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu mirovoj kollekcii maslichnyh kul'tur. *Podsolnechnik. Vypusk II.* – Leningrad, 1976. – 39 s. – Текст: непосредственный.

7. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta / B. A. Dospekhov. – M.: Kolos, 1979. – 416 s. – Текст: непосредственный.

8. Metodicheskie ukazaniya po geterozisnoj selekcii podsolnechnika. – Moskva, 1980. – 21 s. – Текст: непосредственный.



УДК 631.6.02

Т.В. Терещенко, А.В. Тиньгаев
T.V. Tereshchenko, A.V. Tingayev

ДИНАМИКА ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ НА ВНОВЬ СОЗДАНЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ РЕКУЛЬТИВИРУЕМОГО ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

SOIL MOISTURE DYNAMICS ON NEWLY CREATED AGROLANDSCAPES OF MUNICIPAL SOLID WASTE RECULTIVATED LANDFILL

Ключевые слова: полигон, рекультивация, осадки сточных вод, многолетние травы, влажность почв.

Рассматриваются технологии применения осадков сточных вод при рекультивации вновь созданных агроландшафтов и технология определения полевой влажности на разных вариантах рекультивируемых участков полигона твердых коммунальных отходов

г. Барнаула, а также зависимость полевой влажности от механического состава и климатических условий на территории Алтайского края за вегетационный период 2020 г. Проведенные анализы показали подчиненность состояния почвогрунта от погодных условий, наличия посевов многолетних трав и наличия в составе почвогрунта осадков сточных вод. Используемый в чистом виде почвогрунт для рекультивации одного из участков обладает минимальной

степенью влагоемкости и гигроскопичности. Даже при избранном режиме полива происходило пересыхание грунта. В варианте смеси почвогрунта и осадка сточных вод показатели полевой влажности выше, что дает возможность утверждать о улучшении показателей механического состава данной смеси и тем самым увеличении гигроскопичности. На рекультивируемых участках с применением только осадка видна зависимость не только от погодных условий и механического состава, но и от произрастающих многолетних трав, суммарное водопотребление которых снижает показатели полевой влажности. Хотя присутствующая транспирация уменьшает показатели полевой влажности, все же можно утверждать, что полевая влажность на участках, рекультивированных с помощью осадка, выше, чем на варианте чистого почвогрунта или смеси данных грунтов. Следовательно, для увеличения гигроскопичности грунта, что влечет за собой и увеличение влагоемкости, а также полевой влажности на вновь созданных агроландшафтах рекультивированных участков полигона твердых коммунальных отходов необходимо использовать осадок сточных вод для их рекультивации.

Keywords: *landfill, reclamation, sewage sludge, perennial grasses, soil humidity.*

The article discusses technologies for the use of sewage sludge in the reclamation of newly created agricultural landscapes and the technology for deter-

mining field humidity at various versions of recultivated sites of the municipal solid waste landfill in the city of Barnaul. The dependence of field humidity on mechanical composition and climatic conditions in the Altai Territory for the growing season of 2020 is also considered. The conducted analyses showed subordination of soil conditions to weather conditions, as well as to the presence of areas under perennial grasses and the presence of sewage sludge in the composition of the soil. Soil used in its pure form for recultivation of a plot of land has minimum degree of moisture capacity and hygroscopicity. Even with the chosen irrigation mode, the soil dried up. In the variant of the mixture of soil and sewage sludge, the field humidity indicators are higher, which makes it possible to assert an improvement in the mechanical composition of this mixture and thereby an increase in hygroscopicity. In recultivated areas with the use of only sediment, the dependence is visible not only on weather conditions and mechanical composition, but also on growing perennial grasses, the total water consumption of which reduces the field humidity. Although the present transpiration reduces the field humidity, it can still be argued that the field humidity in the areas reclaimed with the help of sediment is higher than in the variant of pure soil or a mixture of these soils. Therefore, to increase the hygroscopicity of the soil, which entails an increase in moisture capacity, as well as field humidity on the newly created agricultural landscapes of reclaimed areas of the solid municipal waste landfill, it is necessary to use sewage sludge for their reclamation.

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

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

Tereshchenko Tatyana Vasilyevna, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: tereshchenko_tv@altspu.ru

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

Введение

Экологическая обстановка в мире и большое число несанкционированных свалок, а также рост числа закрывающихся полигонов ТКО (твердых коммунальных отходов) порождают проблему перед человечеством – восстановление этих площадей и введение их в сельскохозяйственный севооборот. На вновь созданных агроландшафтах рекультивированного полигона ТКО необходимо поддерживать оптимальную влажность в почве для повышения их плодородия.

Целью исследования является определение влияния почвогрунта, используемого при

рекультивации, на влажность почвы в вегетационный период.

Объекты, методы и условия исследований

Объектами являются рекультивированные участки полигона ТКО г. Барнаула [1]. Рекультивация произведена путем применения разных технологий, которые сейчас находятся в стадии апробации, и для более точного обоснования проведено данное исследование.

Участок № 1 (рис. 1). Рекультивация проведена путем отсыпания слоя осадка сточных вод на предварительно выровненную поверхность свалки, с проведенной планировкой и придани-

ем уклона. Потенциально плодородным грунтом принят осадок сточных вод, который можно применять для целей растениеводства, что подтверждается на основе научных данных [2]. После прикатки данного слоя был произведен высев семян многолетних трав в 2018 г. по 2 вариантам: № 1 – тимофеевка, № 2 – клевер и тимофеевка.

Участок № 2 (рис. 2). Рекультивация проведена путем выравнивания и планировки поверхности свалки, с созданием противофильтрационного экрана, состоящего из слоев глины. Затем произведена отсыпка 3 частей участка, принятых потенциально плодородными: вариант № 3 – почва, вариант № 4 – смеси почвы и осадка сточных вод, вариант № 5 – осадок сточных вод. После прикатки произведен высев семян тритикале 2019 г. [3].

На участках применены разные технологии не только рекультивации, но и технологии возделывания многолетних трав. Для достижения поставленной цели была поставлена задача – произвести оценку динамики влажности в течение вегетационного периода на указанных участках [4].

Был проведен гранулометрический анализ почвогрунтов. Полученные результаты сравнены с классификациями почв по А.Н. Качинско-

му. Вариант № 3 – суглинок легкий, вариант № 1-5 – супесь.

Определение полевой влажности на разных вариантах было проведено термостатно-весовым методом. Отборы проб были произведены буром для забора проб длиной 100 см с нанесенными метками [5]. Буром прокалывают почву до первой метки и слегка поворачивают, а затем вынимают. В предварительно взвешенные бюксы высыпает грунт и сразу плотно закрывают во избежание испарения или адсорбции влаги, бюкс подписывают и убирают в транспортировочную коробку. Следующая проба берется до второй метки. Однако необходимо срезать почву выше отметки 10 см, т.к. эта почва осыпалась или срезалась наконечником в процессе погружения бура.

После выполнения всех необходимых проб на разных вариантах образцы доставляются в лабораторию, где производится взвешивание и занесение данных в таблицы исследования. Образцы помещаются в сушильный шкаф, в котором выставлена температура 105°С на 6 ч. После сушки образцы вынимают и незамедлительно закрывают бюксы, чтобы влага не адсорбировалась в почву из воздуха. Остужают 10-15 мин. и производят вторичное взвешивание.

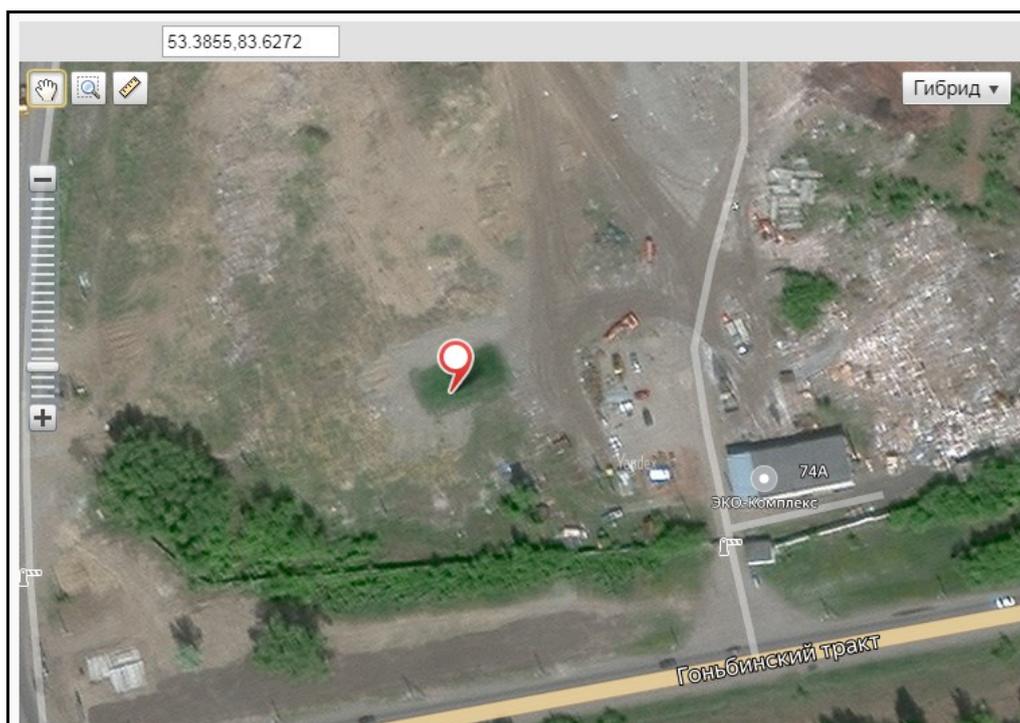


Рис. 1. Полигон ТКО г. Барнаула (вар. 1, 2)

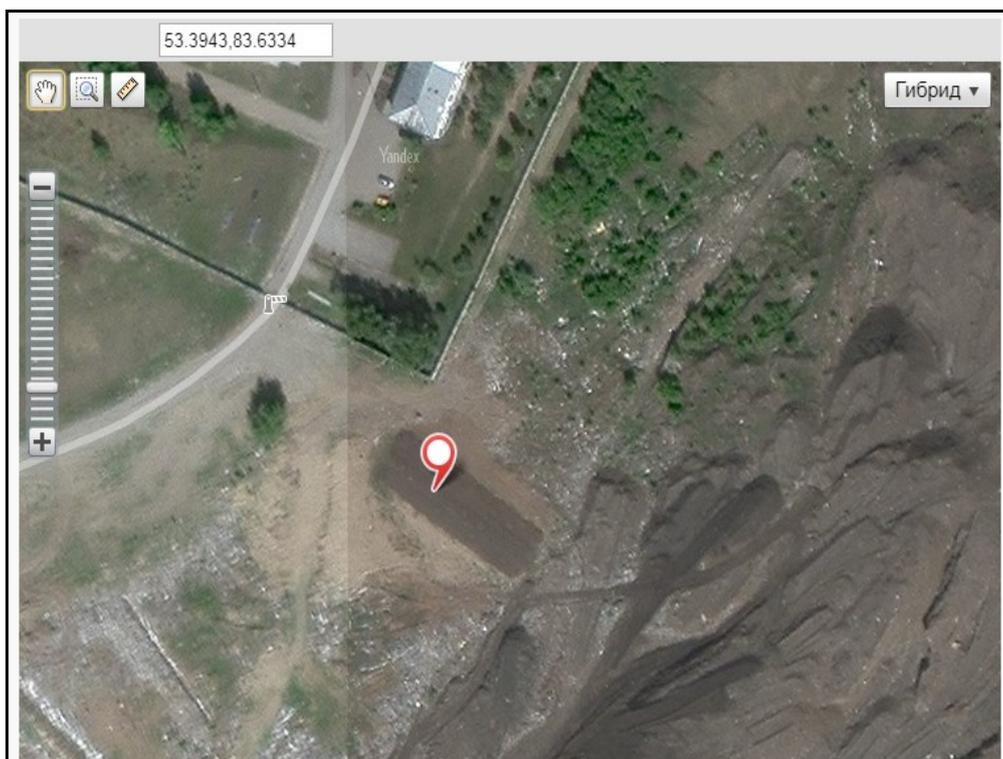


Рис. 2. Полигон ТКО г. Барнаула (вар. 3-5)

Производим расчет:

$$O = N - L, \quad (1)$$

где O – масса сухой почвы;
N – масса бьюкса с сухой почвой;
L – масса бьюкса.

$$P = M - N \quad (2)$$

где P – масса испарившейся воды;
M – масса бьюкса с сырой почвой.

$$R = \frac{P}{O}, \quad (3)$$

где R – процент влажности [6].

Результаты исследований и обсуждение

Исследования были проведены в вегетационный период 2020 г. Первая половина лета была засушливой, что характеризуется показателями температуры воздуха выше нормы и минимальными показателями количества выпавших осадков (отклонение от нормы до 50%) (рис. 3, 4). Во второй половине вегетационного периода осадки превышали норму, а температура соответствовала норме [7].

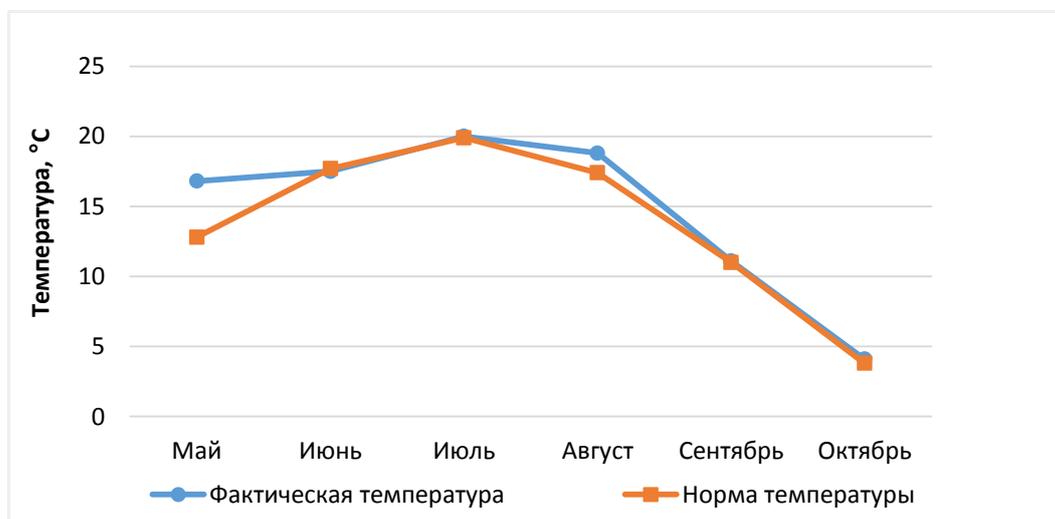


Рис. 3. Температурный режим за вегетационный период 2020 г.

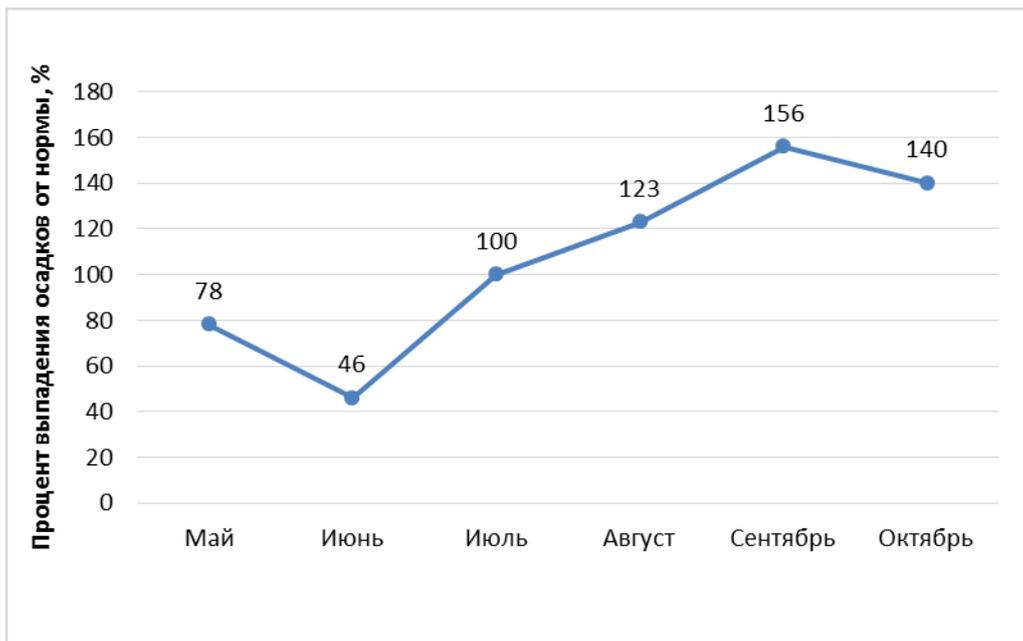


Рис. 4. Фактическое выпадение осадков за вегетационный период 2020 г.

Отборы почвы были взяты в периоды до начала вегетации и по окончании.

В первой четверти вегетационного периода на вариантах № 1 и 2 показатели влажности перед всходами были максимальными ввиду большого слоя снега, нанесенного в период зимы (рис. 5, 6). Также прослеживается зависимость влажности от горизонта: в горизонте А ввиду высокой испаряемости влаги показатели ниже, чем в горизонте В. Однако, в виду климатических условий, показатели влажности в первой половине вегетационного периода снизились до критических. Отметим, что поливы на данном участке не проводили. И именно в этот период происходило пересыхание грунта, в результате чего многолетние травы высыхали. В период обильных осадков многолетники позеленели и уже до самого окончания вегетационного периода не изменяли своего внешнего вида.

Показатели влажности участка № 2 с тремя вариантами перед началом вегетации также были высоки ввиду большого слоя снежного покрова в зимний период (рис. 7-9). В начале вегетационного периода был произведен посев многолетних трав, таких как клевер, фестолиум и кострец безостый. Производился полив для увлажнения грунта на глубину 0-30 см нормой

17 л/м² (что составляет 0,17 м³/га). На всех вариантах можем наблюдали более увлажненный горизонт А. В периоды засухи показатели влажности падали, но не настолько, как на нерощаемом участке. Влажность на варианте № 4 и 5 обусловлена наличием гигроскопичной влаги в грунте и капиллярно-подвешенной воды, но ввиду небольшого слоя отсыпки и свойств ОСВ на вариантах № 1 и 2 происходят процессы фильтрации, и иссушение нижнего слоя плодородного слоя грунта неизбежно.

Здесь нужно отметить, что показатели влажности, полученные на варианте № 4 и 5 с осадками сточных вод и смеси осадка сточных вод и почвы, дают более высокие значения влажности в виду их большей влагоемкости. И к концу вегетационного периода, когда среднесуточная температура понижается, повышается гигроскопическая влага в почве, соответственно повышается влага почвы в целом.

Если рассматривать влажность по горизонтам отбора проб, то можно утверждать, что в горизонте В на каждом из вариантов влажность меньше, что может быть связано с фильтрационными процессами и наличием капиллярно-подвешенной воды в почвогрунте.



Рис. 5. Полевая влажность на 1-м участке, вариант 1 с многолетней травой тимофеевкой с использованием осадка сточных вод для формирования агроландшафта

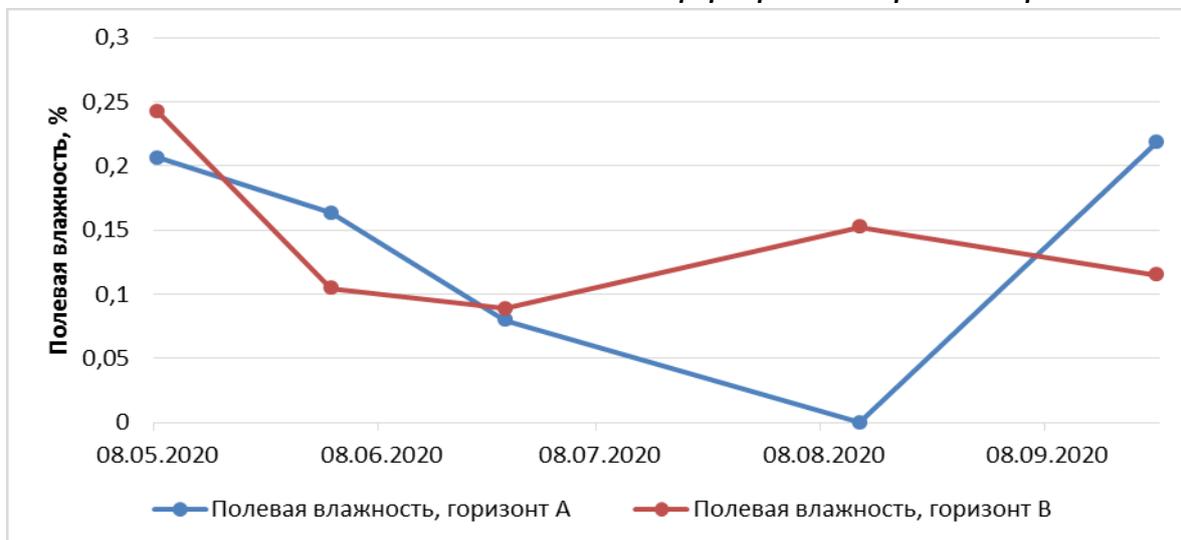


Рис. 6. Полевая влажность на 1-м участке, вариант 2 со смесью многолетних трав клевера и тимофеевки с использованием осадка сточных вод для формирования агроландшафта

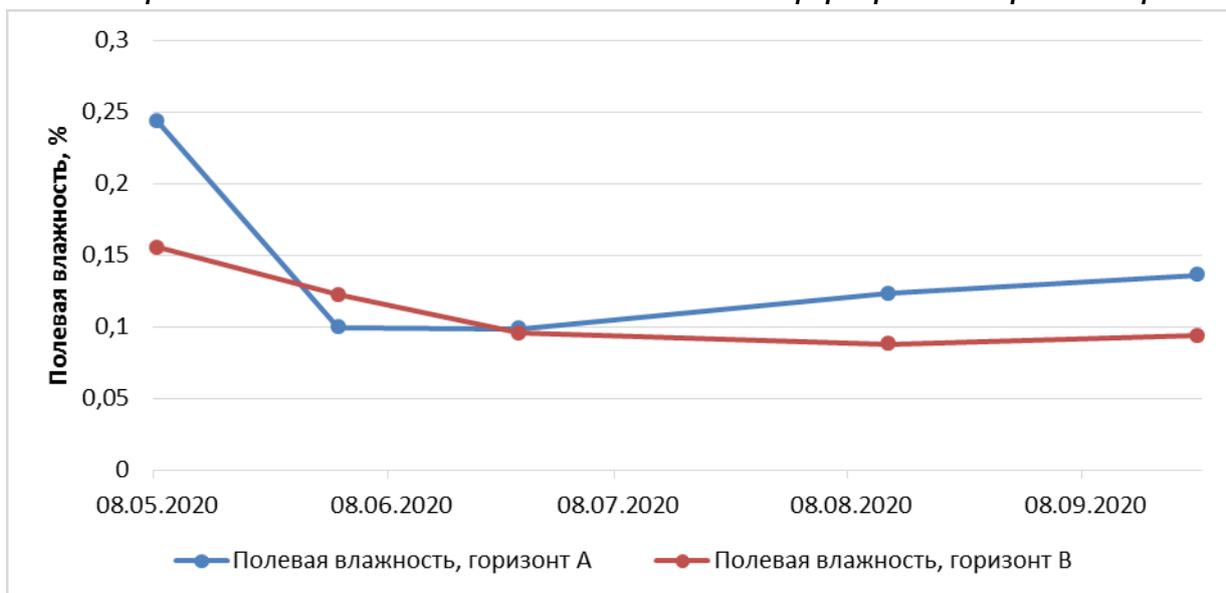


Рис. 7. Полевая влажность на 2-м участке, вариант 3 с использованием почвогрунта для формирования агроландшафта

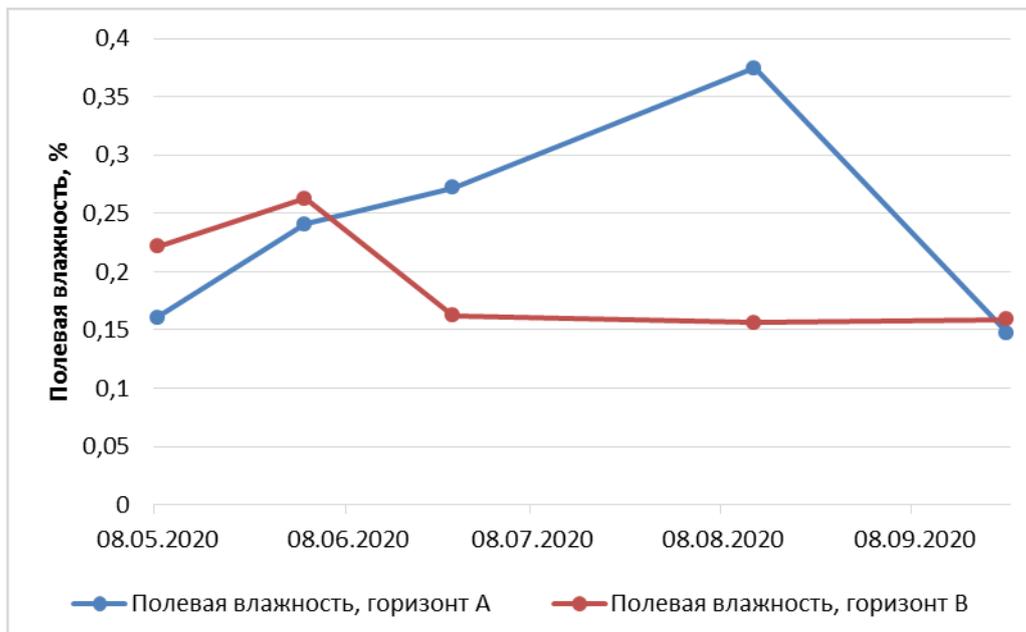


Рис. 8. Полевая влажность на 2-м участке, вариант 4 с использованием смеси почвогрунта и осадка сточных вод в одинаковых пропорциях для формирования агроландшафта



Рис. 7. Полевая влажность на 2-м участке, вариант 5 с использованием осадка сточных вод для формирования агроландшафта

Выводы

1. Исследованы участки разных вариантов рекультивации полигона ТКО. Получена зависимость полевой влажности грунта от климатических условий (атмосферных осадков и температуры).

2.1. На варианте 1 с многолетней травой тимopheевкой с использованием осадка сточных для формирования агроландшафта в результате задержания грунта содержание влаги в начале вегетационного периода высокое, но ввиду гранулометрических показателей ОСВ и

малой высоты плодородного слоя произошла инфильтрация влаги в нижние слои свалки и грунтовые воды.

2.2. На варианте 2 со смесью многолетних трав клевера и тимopheевки с использованием осадка сточных для формирования агроландшафта наблюдается аналогичная ситуация, но показатели влажности меньше не только из-за инфильтрации, но и из-за более высокого суммарного водопотребления смеси многолетних трав.

2.3. На варианте 3 с использованием почвогрунта для формирования агроландшафта в начале вегетационного периода показатели влажности также были высокими, влажность на данном участке уменьшилась больше за счет более легкого гранулометрического состава почвогрунта, чем на всех остальных вариантах, а произошедшая инфильтрация и транспирация влаги приводили к завяданию многолетних трав.

2.4. На варианте 4 с использованием смеси почвогрунта и осадка сточных в одинаковых пропорциях для формирования агроландшафта влагоемкость увеличилась за счет изменения гранулометрического состава грунта, соответственно, показатели влажности выше, чем просто на почвогрунте, что дает возможность утверждать, что внесение осадка сточных вод способствует повышению плодородия данной смеси.

2.5. На варианте 5 с использованием осадка сточных вод для формирования агроландшафта влажность выше, чем на все остальных вариантах, за счет высокой гигроскопичности.

3. Для увеличения гигроскопичности грунта, а значит, увеличения влагоемкости и полевой влажности вновь созданных агроландшафтов рекультивированных полигонов ТКО необходимо использовать осадок сточных вод для их рекультивации.

Библиографический список

1. Гугл Планета Земля. – URL: <https://earth-google.ru/planeta-zemlya-so-sputnika.php> (дата обращения: 11.10.2020). – Текст: электронный.
2. Международный кодекс поведения в области устойчивого использования удобрений и управления ими. – Рим, 23-29 июня 2019 г. – Текст: непосредственный.
3. Влияние осадка сточных вод на урожайность сена овса при биологической рекультивации полигона твердых коммунальных отходов / Ю. В. Чепрунова, А. В. Тиньгаев, Р. П. Воробьева [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 12. – С. 50-56.
4. Некоторые свойства и особенности осадков сточных вод / Н. Д. Аргунов, О. Б. Ватуева, В. М. Веселов [и др.]. – Текст: непосредственный

ный // Агрехимический вестник. – 2013. – № 4. – С. 39-43.

5. ГОСТ 28268-89. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений.

6. Макарычев, С. В. Теплофизика почв: методы и свойства / С. В. Макарычев, М. А. Мазиров. – Суздаль, 1996. – 231 с. – Текст: непосредственный.

7. Справочно-информационный портал «Погода и климат». – URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=29838> (дата обращения: 11.10.2020). – Текст: электронный.

References

1. Gugl Planeta Zemlya [Elektronnyj resurs]. URL: <https://earth-google.ru/planeta-zemlya-so-sputnika.php> (data obrashcheniya 11.10.2020).
2. Mezhdunarodnyj kodeks povedeniya v oblasti ustojchivogo ispol'zovaniya udobrenij i upravleniya imi. Rim, 23–29 iyunya 2019 g. – Tekst: neposredstvennyj.
3. Cheprunova, Yu. V. Vliyanie osadka stochnyh vod na urozhajnost' sena ovsa pri biologicheskoj rekul'tivacii poligona tverdyh kommunal'nyh othodov / Yu. V. Cheprunova, A. V. Tin'gaev, R. P. Vorob'eva [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 12. – S. 50-56.
4. Nekotorye svojstva i osobennosti osadkov stochnyh vod / N. D. Argunov, O. B. Vatuева, V. M. Veselov [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj // Agrohimičeskij vestnik. – 2013. – № 4. – S. 39-43.
5. GOST 28268-89 Pochvy. Metody opredele-niya vlazhnosti, maksimal'noj gigroskopicheskoj vlazhnosti i vlazhnosti ustojchivogo zavjadaniya rastenij. – Tekst: neposredstvennyj.
6. Makarychev S. V., Mazirov M. A. Teplofizika pochv: metody i svojstva. – Suzdal', 1996. – 231 s. – Tekst: neposredstvennyj.
7. Spravočno-informacionnyj portal "Pogoda i klimat" [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=29838> (data obrashcheniya 11.10.2020).