

Статья оригинальная

УДК 502/504: 631.6: 624.131.276

DOI: 10.26897/1997-6011-2021-4-23-30

МЕТОДИКА МОНИТОРИНГА ДВУСТОРОННЕГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

СЕМЕНОВА КРИСТИНА СЕРГЕЕВНА, канд. техн. наук, доцент

kristi11.05.88@yandex.ru

КАБЛУКОВ ОЛЕГ ВИКТОРОВИЧ, канд. техн. наук, доцент

o.kablukov@rgau-msha.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 125434, г. Москва, Б. Академическая ул., 44, Россия

Цель исследований – на основе анализа натурных исследований выбрать скважину (точку) отбора осредненной влажности на междренном пространстве для мониторинга мелиоративных систем, обосновать строительство осушительно-увлажнительных систем для регулирования влажности пожароопасным торфяником. Для решения проблемы разработана схема организации мониторинга на инженерных мелиоративных системах, обеспечивающих двустороннее регулирование водного режима в корнеобитаемом слое почвы в зоне неустойчивого увлажнения, для контроля и обеспечения противопожарной безопасности всего торфяного профиля. Рассмотрено измерительное оборудование для определения динамики влажности почвы, которое необходимо использовать для мониторинга мелиоративных систем. Приведены результаты натурных исследований на торфяниках поймы реки Дубны Московской области, а именно: метеоданные и данные по влажности почвы. Обоснована репрезентативная точка отбора влажности для мониторинга мелиоративных систем. Точка отбора должна находиться на типичном участке с одинаковым рельефом или с небольшим уклоном ($i = 0,001-0,0025$), почвенный профиль должен быть однообразным с характерными для всего поля свойствами и морфологией почв. Скважины для взятия образцов влажности рекомендуется устанавливать на расстоянии $\frac{1}{4}E$ (E – расстояние между дренами). В этом случае измеренное значение влажности будет наиболее близко к осредненному значению по отношению ко всему створу осушительно-увлажнительных систем. Для почвенных условий опытного участка влажность в выбранной скважине при шлюзовании канала в сухой период лета повысилась в 1,5 раза, достигнув противопожарной. Отмечено, что при подаче и поддержании подпертого уровня воды в канале глубиной до 85 см в течение 5 и более часов влажность в междренном пространстве повышается до значения противопожарной нормы в засушливый период.

Ключевые слова: мониторинг, осушительно-увлажнительные системы, двустороннее регулирование влажности, дефицит увлажнения, осушение, шлюзование

Формат цитирования: Семёнова К.С., Каблуков О.В. Методика мониторинга двустороннего регулирования влажности почвы при эксплуатации инженерных мелиоративных систем // Природообустройство. – 2021. – № 4. – С. 23-30. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-4-23-30.

© Семёнова К.С., Каблуков О.В., 2021

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках соглашения № 075-15-2020-905 от 16 ноября 2020 г. о предоставлении гранта в форме субсидий из федерального бюджета на осуществление государственной поддержки создания и развития научного центра мирового уровня «Агротехнологии будущего».

Original article

THE METHODOLOGY OF MONITORING THE TWO-WAY REGULATION OF SOIL MOISTURE DURING THE OPERATION OF ENGINEERING RECLAMATION SYSTEMS

SEMENOVA KRISTINA SERGEEVNA, candidate of technical sciences, Associate Professor
kristi11.05.88@yandex.ru

KABLUKOV OLEG VIKTOROVICH, candidate of technical sciences, associate professor
o.kablukov@rgau-msha.ru

Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev; 127434, Moscow, B. Akademicheskaya str., 19. Russia

The purpose of the performed research is, based on the analysis of field studies, to select a well (point) for the selection of averaged moisture in the inter-drainage space for monitoring reclamation systems, to justify the construction of drainage-humidification systems to regulate moisture in a fire-hazardous peat bog. To solve the problem, a scheme has been developed for organizing monitoring on engineering reclamation systems that provide a two-way regulation of the water regime in the root layer of the soil in the zone of unstable moisture, as well as for monitoring and ensuring fire safety of the entire peat profile. The article discusses measuring equipment for determining the dynamics of soil moisture which must be used to monitor reclamation systems. There are given the results of field studies on peat bogs of the floodplain of the Dubna River, Moscow region, namely: meteorological data and data on soil moisture. On the basis of the research carried out, a representative point of moisture sampling for monitoring of reclamation systems has been substantiated. The sampling point should be located on a typical plot with the same relief, the soil profile should be uniform with the properties and soil morphology characteristic of the entire field. Wells for sampling checks the value of the distance in $\frac{1}{4}E$ (E is the distance between drains), in this case the measured value is close to the average value in relation to the entire section of the drainage-humidified system. For the soil conditions of the experimental site, the humidity in the selected well during the locking of the canal in the dry period of summer increased by 1.5 times reaching the fireproof one. It is noted that when supplying and maintaining a propped water level in a channel up to 85 cm deep for 5 or more hours, the humidity in the interdrains space rises to the value of the fire safety norm in the dry period.

Keywords: monitoring, drainage-humidification systems, two-way humidity control, moisture deficit, drainage, sluicing

Format of citation: Semenova K.S., Kablukov O.V. The methodology of monitoring the two-way regulation of soil moisture during the operation of engineering reclamation systems // *Prirodoobustroystvo*. – 2021. – № 4 – S. 23-30. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-4-23-30.

The article was made with support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation in accordance with agreement № 075-15-2020-905 date November 16, 2020 on providing a grant in the form of subsidies from the Federal budget of Russian Federation. The grant was provided for state support for the creation and development of a World-class Scientific "Agrotechnologies of the future".

Введение. Для решения проблем мелиоративного освоения и технологического обустройства неблагоприятных сред агроландшафтов и развития сельскохозяйственной инфраструктуры в депрессивных, подлежащих обустройству регионах, требуется систематизированная база данных о специфике природных условий неудобий, нарушенных земель, вымороженных провинций и аномальных проявлений негативных (естественных) и антропогенных процессов на них. Особенно актуально данное положение для функционирующих и эксплуатируемых инженерных мелиоративных систем,

где реализуется двустороннее регулирование влажности в корнеобитаемом слое почвы, то есть на осушительно-увлажнительных системах.

Мониторинг – это система регулярных наблюдений за изменением свойств почвы мелиоративных земель с целью принятия организационно-управленческих решений регулирования состояния таких земель при изменяющихся климатических условиях окружающей среды с учетом рационального использования природных ресурсов.

С технологической точки зрения мониторинг – система повторных наблюдений

за компонентами геосистемы в пространстве и во времени с определенными целями в соответствии с заранее подготовленными программами. Не менее важной является функция мониторинга, обеспечивающая управление, обратную связь в системе «Социум-природа», то есть когда не только процесс мониторится, но на него еще можно оказать адекватное влияние для купирования или исключения негативных последствий. Мониторинг объединяет в себе эмпирические и теоретические знания, а также контролируемые технологии.

Мещерская низменность относится к зоне неустойчивого увлажнения. Дефицит увлажнения в течение теплого периода за 50 лет по 5 действующим метеостанциям изменяется в среднем от +510,76 мм до -239,48 мм, разница между максимальным среднегодовым и минимальным среднегодовым дефицитом увлажнения за 50 лет составляет 912 мм. В засушливый период лета на территории Мещерской низменности формируется устойчивый антициклон, что приводит к установлению сухой и жаркой погоды и иссушению почвенного профиля. Аналогичные антициклоны в засушливые годы в 1895, 1932, 1972 и 2010 гг. стали виновниками масштабных катастрофических пожаров, уничтоживших большое количество поселений, уникальную флору и фауну, плодородный слой земли и принесли стране огромный экономический ущерб. Для регулирования водного баланса на территории Мещерской низменности необходимо строительство осушительно-увлажнительных систем, обеспечивающих поддержание требуемой противопожарной влажности почвенного профиля больше 50% полной влагоемкости и получение стабильных урожаев сельскохозяйственных культур. Такие системы требуют эффективного мониторинга влажности почвенного покрова.

Материал и методы. В современном сельском хозяйстве при выращивании культур используют автоматизированные системы подачи воды или отвода воды. Для регулирования влагозапасов на осушительно-увлажнительных системах в корнеобитаемом слое почвы в течение вегетационного периода используют датчики влажности почвы и уровня грунтовых вод. Датчики дают наиболее полную информацию о количестве влаги в почве, и сравнение с заданными показаниями позволяет принимать обоснованные решения по корректированию содержания воды в почве в нужном количестве и в нужное время [1].

Система автоматизированного управления (мониторинга) должна иметь математическую

основу обработки данных и устройство автоматического контроля за состоянием объекта, а также механизмы исполнения. Схема работы системы мониторинга осушительно-увлажнительной системы показана на рисунке 1.

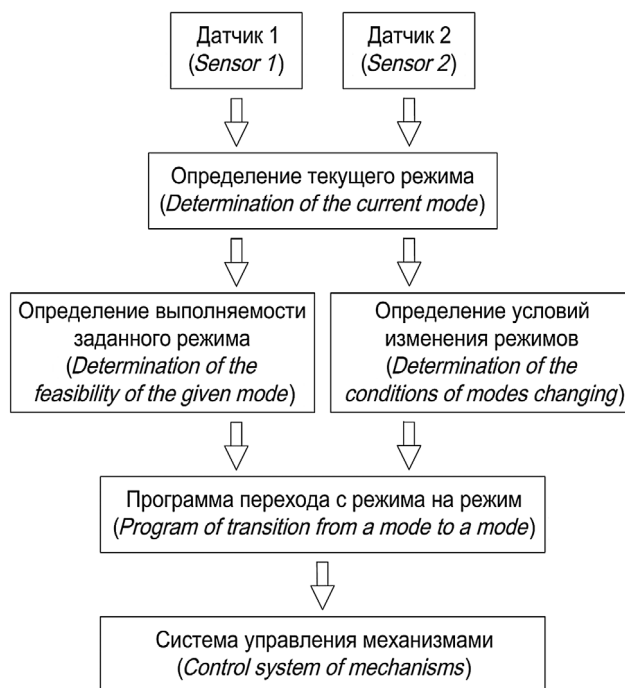


Рис. 1. Схема работы системы мониторинга инженерных мелиоративных систем [2]

Fig.1. Scheme of operation of the monitoring system of engineering reclamation systems (based on[2])

Датчики постоянно подают информацию о значениях запасов влаги слоя почвы, расположенных на объекте. На основании анализа полученных данных мониторинга определяется текущий мелиоративный режим. Текущий режим сравнивают с заданным. Проанализировав, принимают решение по управлению механизмами инженерно-мелиоративной системы. При наличии внешних сигналов о желаемом изменении режима объекта выявляются его необходимость и технологическая возможность, происходит переключение на выполнение программы измененного [3] мелиоративного режима. Система мониторинга может контролировать реализацию программы и возможность дальнейшего выполнения.

В настоящее время используется линейка приборов для измерения влажности почвы, зарегистрированных в Госреестре СИ: влагомер почвы высокой точности ML3 ThetaProbe и влагомеры почвенные фотоэлектрические АМГ-9. Датчики таких приборов после проведения испытаний и проверок разрешено

применять по назначению в России. Сигналы от датчиков могут быть переданы на приемное устройство, работающее с данным типом сигнала, включая компьютер, регистраторы данных, внешние дисплеи (анализаторы), обеспечивающие автоматизацию работы системы.

Влагомер – достаточно дорогостоящий и уникальный прибор, и покупать и устанавливать его в больших количествах на разных участках поля экономически невыгодно. Для организации измерений необходимо прежде всего выбрать точку (или несколько точек) отбора данных по влажности почвы. Для оптимизации сбора данных без потери точности измерений и достоверности полученной информации необходимо определить репрезентативную точку отбора данных (или створ) для оценки среднего значения поля влажности на объекте мониторинга. Необходимо соблюдение нескольких условий. Во-первых, точка отбора должна находиться на типичном участке с одинаковым рельефом, предпочтительно ровным или с небольшим односторонним уклоном, в пределах $i = 0,001-0,0025$. Во-вторых, почвенный профиль должен быть однообразным, с характерными для всего поля свойствами и морфологией почв: механическим составом, содержанием гумуса, кислотностью, поглотительной способностью, водно-физическими характеристиками почвы.

Как правило, при эксплуатации систем на осушенных площадях точку отбора влажности обычно устанавливают в середине створа между дренами. Это не является корректным для осушительных систем, потому что в середине междренья кривая депрессии расположена ближе к поверхности, и, следовательно, влажность превышает значения в других местах кривой депрессии междренья. По этой причине влажность в середине междренья не является репрезентативной.

В представленных исследованиях решается задача по оценке средней влажности междренного пространства. Анализ исследований, проведенных другими авторами, показал, что оптимально будет устанавливать скважины для взятия образцов на расстоянии не менее $\frac{1}{4}E$ (E – расстояние между дренами). Тогда значение влажности будет более осредненным по отношению ко всему осушенному участку. В частности, по исследованиям Е.М. Андрияускайте, на поверхностных слоях почвы до 60 см в середине между дренами влажность бывает на 9...16% больше, чем на расстоянии $\frac{1}{4}E$ [4].

Для систем двустороннего регулирования влажности при увлажнении междренного пространства подъем уровня воды в канале будет

увеличивать (завышать) влажность почвы ближе к каналу. В таких системах необходимо учитывать осушающее и увлажняющее воздействие канала на показание влажности почвы и выбирать скважину для взятия образцов, по отношению ко всему участку осушительно-увлажнительной системы, более осредненную.

Исследуемый участок расположен на притеррасной пойме реки Дубны юго-западнее деревни Мергусово Павлово-Посадского района. Площадь участка 1950 кв. м осушена открытыми каналами шириной от 5 до 6 м. На канале глубиной 1,1 м построены временные перемычки и был создан бьеф длиной 50 м. Шлюзование обеспечивалось с помощью мотопомпы. В течение эксперимента в бьефе поддерживался уровень воды около 0,96 м от дна. На каналах установлены водомерные посты для определения уровня воды. На междренных пространствах установлены скважины для измерения уровня грунтовых вод и влажности в верхнем слое почвы. В течение лета 2014 г. проводились ежедневные измерения уровня грунтовых вод, влажности почвы по установленным методикам [5, 6].

Почвы экспериментального участка – торфяные болотные на базе травяно-древесно-осоковых торфов грунтового типа питания.

Профиль опытного участка представляет собой торфяную залежь мощностью 2,3 м. Степень разложения органического вещества торфа в пахотном слое составляет 60...70% и снижается по глубине до 25...30%. Плотность торфа – 1,52...2,13 г/см³, зольность торфа – 22,2...24,6%. Коэффициент фильтрации по глубине залежи изменяется и находится в пределах 0,2...1,2 м/сут. Торфяная залежь подстилается водонасыщенными мелкозернистыми песками [5].

Для измерения влажности торфа использовался влагомер ML3 ThetaProbe. Измерения проводились в поверхностном слое торфа 0...10 см ежедневно.

Результаты и обсуждение. В течение лета 2014 г. в результате экспериментальных метеонаблюдений были выделены периоды устойчивых циклонов с относительно теплым воздухом и значительными осадками (условно названные влажными) и периоды устойчивого антициклона с высокими температурами и малым количеством осадков (условно названные сухими) (рис. 3). Июнь был нежаркий и влажный (дефицит увлажнения в среднем составил –2,45 мм, температура воздуха в среднем составляла +14,5°C, суммарное количество осадков равно 103,4 мм). Июль и август были

теплыми и очень сухими (дефицит увлажнения в среднем составил +2,48 мм, температура воздуха в среднем – +19,5°C, суммарное количество осадков – 20,8 мм соответственно).



Рис. 2. План-схема расположения скважин на экспериментальном участке [5]

Fig.2. Plan-scheme of wells location on the experimental site [5]

В ходе исследований были выделены влажные и сухие периоды, влияющие на изменение влажности почвы на разных участках створа (табл.). На шлюзованном участке поверхностная высокая влажность наблюдалась в непосредственной близости от канала в сухой и влажный периоды и достигала значения 67,3% и 73,3% соответственно, создавая требуемую противопожарную влажность в сухой период (более 50%) [7-9] и влажность, не противоречащую требованиям сельскохозяйственных культур. Так, для трав верхний предел допустимой влажности почв определен в диапазоне 80...85%, а для клевера лугового оптимальная влажность почвы должна составлять 70...80% от полной полевой влагоемкости [10].

Во влажный период не требуется дополнительное увлажнение, так как влажность при стандартном осушении уже достигает показаний выше 50% в среднем для всего створа, а для характерного по увлажнению дня при шлюзовании – более 60%.

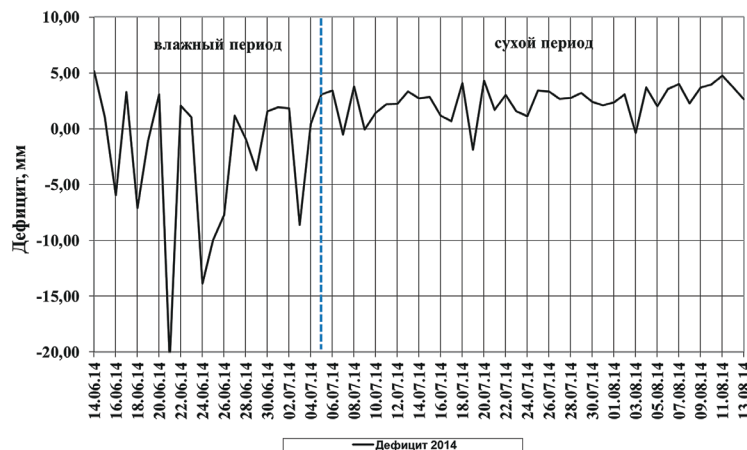


Рис. 3. График изменения суточного дефицита увлажнения

Fig. 3. Graph of changes in the daily moisture deficiency

На стандартно осушенном участке влажность для характерного сухого дня наблюдалась как низкая во всем створе: от 41,3 до 46%. В таком состоянии возникает опасность возгорания торфяного профиля, а также, при особых условиях, – самовозгорания торфа. Резкое повышение влажности до 63,2% в сухой период возможно после дождя, который периодически выпадал в жаркий период, повышая содержание воды в поверхностном слое почвы, но в течение дня в результате испарения почвенный профиль иссушался. В сухой период для предупреждения пожаров необходимо было увлажнять торфяник с помощью шлюзования. Так, в результате шлюзования на опытном участке

в среднем для всего створа влажность повысилась до значения 58,6%.

На шлюзованном участке в сухой период влажность понижалась от заполненного водой канала до междренного пространства. Значения значительно отличались в среднем между скважинами у канала и в середине междренного пространства на 19,5%, а между скважинами, расположенными на расстоянии 12 м и в середине междренного расстояния, – на 12,6%. Наиболее близкие к осредненным значениям данные влажности наблюдались в скважине 23, расположенной на расстоянии ¼Е от канала (где Е – расстояние между каналами), для осредненных данных и для характерного сухого дня при шлюзовании.

Минимальная, максимальная, средняя поверхностная влажность и влажность дня характерного периода при шлюзовании и стандартном осушении в разные по увлажнению периоды

Table

Minimum, maximum, average surface moisture and moisture of the day of the characteristic period during sluicing and standard draining in different moistening periods

		Влажность в скважине, расположенной на расстоянии 6 м от середины канала <i>Moisture in the well located at a distance of 6 m from the middle of the canal</i>	Влажность в скважине, расположенной на расстоянии 9 м от середины канала <i>Moisture in the well located at a distance of 9 m from the middle of the canal</i>	Влажность в скважине, расположенной на расстоянии 12 м от середины канала <i>Moisture in the well located at a distance of 12 m from the middle of the canal</i>	Влажность в скважине, расположенной в середине междреннего расстояния <i>Moisture in the well located of the middle of the interdrain distance</i>
Поверхностная влажность во влажный период <i>Surface moisture during a humid period</i>					
При стандартном осушении <i>At standard draining</i>	Максимальные и минимальные значения <i>Maximum and minimum values</i>	47,5...59,8	48,1...59,0	48,6...60,2	49,2...63,0
	Среднее <i>Average</i>	52,9	53,7	54,2	55
	01.07.2014	49,2	50,4	51,2	52,9
При шлюзовании <i>At sluicing</i>	Максимальные и минимальные значения <i>Maximum and minimum values</i>	57,1...73,3	54,9...68,9	51,1...66,7	50,2...65,9
	Среднее <i>Average</i>	64,8	61,4	60,6	58,5
	01.07.2014	65,77	64,43	62,6	61,47
Поверхностная влажность в сухой период <i>Surface moisture during a dry period</i>					
При стандартном осушении <i>At standard draining</i>	Максимальные и минимальные значения <i>Maximum and minimum values</i>	42,9 ...61,5	42,3...61,2	44,9...62,0	44,4...63,8
	Среднее <i>Average</i>	51,1	52,5	50,8	48,1
	07.08.2014	41,3	42,3	44,4	46
При шлюзовании <i>At sluicing</i>	Максимальные и минимальные значения значения <i>Maximum and minimum values</i>	53,3...67,3	51,0...66,3	49,2...63,8	44,3...63,2
	Среднее <i>Average</i>	63,7	60,6	58,7	51,3
	07.08.2014	60,9	58,73	55,83	47,97

В результате можно сделать вывод о том, что точку отбора для регулирования влажности осушительно-увлажнительных систем по отношению ко всему створу необходимо делать на расстоянии $\frac{1}{4}E$ от канала.

В течение дня с перерывами на измерения заполняли шлюзованный участок канала водой с помощью мотопомпы от уровня 50 см до 88,4 см. В результате изменялась влажность в 23 скважине от 28 до 47%, а в скважине 24 – от 27 до 42% (рис. 4). В почвенных условиях опытного участка влажность в сухой период при шлюзовании повысилась в 1,5 раза и 1,8 раза в соответствующих скважинах. При поддержании уровня воды в канале до 85 см в течение 5 и более часов влажность повысилась до противопожарной в сухой период.



Рис. 4. График зависимости уровня воды в канале и поверхностной влажности
Fig.4. Graph of dependence of water level in the channel and surface

Выводы

1. Для обеспечения требований пожарной безопасности необходимо строить осушительно-увлажнительные системы, обеспечивающие с помощью шлюзов-регуляторов двустороннее регулирование влажности корнеобитаемого слоя почвы, решая тем самым задачу

Библиографический список

1. Мелиорация земель: Учебник для студентов вузов / А.И. Голованов, И.П. Айдаров, М.С. Григоров [и др.]; Под ред. А.И. Голованова. – СПб.: Лань, 2015. – 816 с.

2. Шаткаускас Г.И. Методика контроля влажности почв на осушительно-увлажнительных системах // Методы полевых исследований по осушительным мелиорациям. – М.: Колос, 1983. – С. 140-149.

3. Dorigo W.A. Global automated quality control of in situ soil moisture data from

соблюдения противопожарной безопасности на торфяных залежах.

2. Система автоматизированного управления (мониторинга) должна иметь математическую основу обработки данных и устройство автоматического контроля за состоянием объекта, а также механизмы исполнения. Предложены схема работы системы мониторинга инженерных мелиоративных систем и приборы для определения регулируемой влажности почвы, прошедшие испытания и зарегистрированные в Госреестре СИ. К ним относятся влагомер почвы высокой точности ML3 ThetaProbe и влагомеры почвенные фотоэлектрические АМГ-9.

3. Для оптимизации сбора данных без потери точности измерений и достоверности полученной информации необходимо обосновать месторасположение репрезентативной точки отбора данных. Точка отбора должна находиться на типичном участке с одинаковым рельефом, предпочтительно ровным или с небольшим уклоном ($i = 0,001-0,0025$). Также почвенный профиль должен быть однообразным, с характерными для всего поля свойствами и морфологией почв: механическим составом, содержанием гумуса, кислотностью, поглощательной способностью, водно-физическими характеристиками почвы.

4. Скважины для взятия образцов влажности рекомендуется устанавливать на расстоянии $\frac{1}{4}E$ (E – расстояние между дренами). В этом случае измеренное значение влажности будет наиболее близким к осредненному значению по отношению ко всему створу.

5. Для почвенных условий опытного участка влажность при шлюзовании в сухой период повысилась в 1,5 раза и 1,8 раза в исследуемых скважинах. Отмечено, что при поддержании подпертого уровня воды в канале глубиной до 85 см в течение 5 и более часов влажность в междренном пространстве повышается до значения противопожарной нормы в сухой период.

References

1. Meioritsiya zemel: uchebnik dlya studentov vuzov / A.I. Golovanov, I.P. Aidarov, M.S. Grigorov [i dr.]; pod red. A.I. Golovanova. – SPb.: Lan, 2015. – 816 s.

2. Shatkauskas G.I. Metodika kontrolya vlazhnosti pochv na osushitelno-uvlazhnitelnyh sistemah / Metody polevyh issledovaniy– M.: Kolos, 1983. – S. 140-149.

3. Dorigo W.A. Global automated quality control of in situ soil moisture data from the international soil moisture network / W.A. Dorigo,

the international soil moisture network/W.A. Dorigo, A. Xaver, M. Vreugdenhil, A. Gruber, A. Hegyiová, A.D. Sanchis-Dufau D. Zamojski, C. Cordes, W. Wagner, M. Drusch // *Vadose Zone Journal*. – 2013. – Т. 12. – № 3. – С. 1-50.

4. **Урбонас Р.И.** Методические исследования почвенной влажности на мелиорированных землях // *Методы полевых исследований по осушительным мелиорациям*. – М.: Колос, 1983. – С. 150-159.

5. **Семенова К.С.** Экспериментальные исследования эффективности противопожарного шлюзования // *Природобустройство*. – 2015. – № 3. – С. 35-40.

6. **Голованов А.И.** О борьбе с пожарами на осушенных торфяниках / А.И. Голованов, К.С. Семенова // *Доклады ТСХА: сборник статей*. – 2019. – С. 256-259.

7. Оценка возможности устройства систем двойного регулирования влажностного режима пожароопасных выработанных торфяников на базе осушительной сети / В.Б. Жезмер, М.А. Волюнов, Е.Э. Головинов и др. // *Мелиорация и водное хозяйство*. – 2015. – № 1. – С. 30-32.

8. **Фалюшин П.Л., Ребров А.В., Куприянов А.И.** Проверка способа прогнозирования склонности торфа к самовозгоранию // *Торфяная промышленность*. – 1986. – № 3. – С. 20-23.

9. Торф: возгорание торфа, тушение торфяников и торфокомпозиаты: Монография / Л.Б. Хорошавин, О.А. Медведев, В.А. Беляков [и др.]. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. – 256 с.

10. Методические рекомендации по возделыванию многолетних трав на корм как эффективному методу повышения почвенного плодородия в посевных и кормовых севооборотах краткосрочного пользования / В.А. Фигурин, М.И. Тумасова, А.П. Кислицына и [др.]. – Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2009. – 50 с.

Критерии авторства

Семенова К.С., Каблук О.В. выполнили натурные и теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов

Статья поступила в редакцию 01.08.2021 г.

Одобрена после рецензирования 15.09.2021 г.

Принята к публикации 24.09.2021 г.

A. Xaver, M. Vreugdenhil, i dr. // *Vadose Zone Journal*. – 2013. – Т. 12. № 3. – С. 1-50.

4. **Urbonas R.I.** Metodicheskie issledovaniya pochvennoj vlazhnosti na meliorirovannyh zemlyah / *Metody polevyh issledovaniy po osushitelnyum melioratsiyam*. – M.: Kolos, 1983. – S. 150-159.

5. **Semenova K.S.** Experimentalnye issledovaniya effektivnosti protivopozharnogo shlyuzovaniya // *Prirodobustroystvo*. – 2015. – № 3. – S. 35-40.

6. **Golovanov A.I., Semenova K.S.** O borjbe s pozharami na osushennyh torfyanikah // *Doklady TSHA: sb. statej*. – 2019. – S. 256-259.

7. Otsenka vozmozhnosti ustrojstva system dvojnogo regulirovaniya vlazhnostnogo rezhima pozharoopasnyh vyrabotannyh torfyanikov na baze osushitelnoj seti / V.B. Zhezmer, M.A. Volynov, E.E. Golovinov i dr. // *Melioratsiya i vodnoe hozyajstvo*. – 2015. – № 1. – S. 30-32.

8. **Falyushin P.L., Rebrov A.V., Kupriyanov A.I.** Proverka sposoba prognozirovaniya sklonnosti torfa k samovozgoraniyu // *Torfyanaya promyshlennost*. – 1986. – № 3. – S. 20-23.

9. Totf: vozgoranie torfa, tushenie torfyanikov i torfokompozity: monografiya / L.B. Horoshavin, O.A. Medvedev, V.A. Belyakov [i dr.]. – M.: FGBU VNII GOCHS (FTS), 2013. – 256 s.

10. Metodicheskie rekomendatsii po vozdeyvaniyu mnogoletnih trav na korm kak effektivnomu metodu povysheniya pochvennogo plodorodiya v posevnyh i kormovyh sevooborotah kratkosrochnogo polzovaniya / V.A. Figurin, M.I. Tumasovaa, A.P. Kislitsyna i [dr.]. – Kirov: NIISH Severo-Vostoka, 2009. – 50 s.

Criteria of authorship

Semenova K.S., Kablukov O.V. carried out theoretical and studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript, have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Conflict of interests

The authors state that there are no conflicts of interests

The article was submitted to the editorial office 01.08.2021

Approved after reviewing 15.09.2021

Accepted for publication 24.09.2021