

Рыбкин В. Н. Эксплуатация и мониторинг мелиоративных систем; под ред. В. И. Ольгаренко. – Коломна: Инлайт, 2006. – 391 с.

4. Расчет режимов орошения сельскохозяйственных культур и проектных норм водопотребности: методические рекомендации; под общ. ред. Г. В. Ольгаренко. – Коломна: ООО «Инлайт», 2012. – 151 с.

5. **Волков А. С., Тульверт В. Ф., Фиалковский П. Г.** Сравнительная оценка методов расчета испарения при орошении // Мелиорация и водное хозяйство. – 1999. – № 4. – С. 13–14.

6. **Капустина Т. А., Аванесян И. М., Спирина Е. Ю.** Исследование и оценка циклических изменений климатических показателей по природным зонам агроландшафтов Нечерноземья и ЦЧО: сб. науч. трудов ФГОУ ВПО МГУП. – М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2005. – Ч. 2. – С. 217–223.

7. **Айдаров И. П., Голованов А. И., Никольский Ю. Н.** Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990. – 58 с.

8. **Галямин Е. П.** Оптимизация оперативного распределения водных ресурсов в орошении. – Л.: Гидрометеиздат, 1981.

– 272 с.

9. **Головатый В. Г., Добрачев Ю. П., Юрченко И. Ф.** Модели управления продуктивностью мелиорируемых агроценозов. – М.: ВНИИГиМ, 2001. – 166 с.

10. **Константинов А. Р., Химин Н. М.** Унифицированная методика расчета норм водопотребности применительно к автоматизированной системе нормирования водопользования в орошаемом земледелии. – Ленинград: ЛГМИ, 1987. – 184 с.

11. **Черемисинов А. Ю.** Управление водными режимами экологически сбалансированной агросистемы на орошаемых черноземах: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Волгоград: Волгоградский СХИ, 1993.

Материал поступил в редакцию 26.09.12.

Ольгаренко Геннадий Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор

Тел. 8 (496) 617-00-29

E-mail: raduga@golutvin.ru

Цекоева Фатима Касполовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, декан факультета географии и геоэкологии

Тел. 8 (4012) 53-36-18

E-mail: tsekoeva@yandex.ru

УДК 502/504:614.841.42:553.97

А. И. ГОЛОВАНОВ, К. С. СТУДЕНОВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства»

ОБОСНОВАНИЕ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ШЛЮЗОВАНИЯ В МЕЩЕРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Рассмотрены вопросы профилактики пожаров на осушенных торфяниках Мещерской низменности, являющихся следствием аномально жаркой и сухой погоды лета 2010 года. Пожары на осушенных торфяниках возникают в результате понижения уровня грунтовых вод и отрыва их капиллярной каймы от торфяных горизонтов почв. Предлагаются методы борьбы с пожарами, в частности шлюзование.

Торфяные пожары, осушенные торфяники, противопожарное шлюзование, метеоданные Мещерской низменности, дефицит увлажнения, глубина грунтовых вод.

There are considered questions of fire prevention on the drained peatbogs of the Meshcher lowland being a consequence of the abnormal hot and dry summer of 2010. Fires on the drained peatbogs arise as a result of the ground water level lowering and their capillary fringe tearing off from soil peat horizons. Lockage is proposed as a method of fires control.

Peat fires, drained peatbogs, fire prevention lockage, weather information of the Meshcher lowland, moistening deficit, ground water depth.

Лето 2010 года для Европейского региона России оказалось на третьем месте в ряду наиболее сухих в XX веке (после 1938 и 1972 годов) [1]. Температура, долгое время державшаяся на уровне выше 35 °С, побила все рекорды. По данным Росгидромета, самыми сухими месяцами в этот период были апрель и июль.

Непосредственной причиной аномальной жары стал аномально устойчивый блокирующий антициклон – область высокого давления, которая не давала грозам и холодному воздуху с севера и запада проникнуть в центр России, из-за чего в регионе установилась аномально жаркая и сухая погода [1].

Совокупность метеорологических параметров за 2010 год привела к большому количеству лесных и торфяных пожаров, из-за которых в Европейском регионе России погибли 62 человека, выгорело более 4 млн га лесов, общий экономический ущерб составил свыше 12 млрд р., хотя наиболее засушливым был 1972 год с обеспеченностью дефицита увлажнения около 2 % [2].

Наиболее опасными и проблемными в тушении являются пожары на торфяниках. Очаг возгорания тяжело обнаружить, так как вначале горения торфа не возникает плотного дымового облака или дымовой колонки. Отдельные загорания выглядят тлеющими, создают иллюзию самоликвидации после наступления дождливой погоды [3]. Пожары распространяются со скоростью до нескольких метров в сутки и охватывают большие территории. Торф может гореть во всех направлениях независимо от направления и силы ветра, а под почвенным горизонтом он горит и во время умеренного дождя, снегопада, прогорая на всю глубину залегающего, которая может достигать 6...8 м. Этот процесс сопровождается плотным задымлением, выделением вредных веществ и интенсивным тепловым излучением [4]. Кроме того, торфяной пожар представляет собой постоянно действующий источник огня, от которого в жаркую сухую погоду может начаться пожар в прилегающих к торфянику лесах, что также неоднократно происходило в 2010 году. Выгоревшие места опасны, так как в них могут проваливаться участки дорог, дома, машины, люди. После пожара остаются пирогенные залежи, состоящие из золы и пепла, задымление атмосферного возду-

ха усиливает парниковый эффект, вызывая повышение температуры в приземном слое, а продукты горения, содержащиеся в воздухе, негативным образом влияют на окружающую среду и здоровье человека. Ликвидация массовых лесных и торфяных пожаров часто осложняется труднодоступностью к очагам возгорания и удаленностью их от источников водоснабжения, нерациональностью, а порой и невозможностью привлечения автотранспорта для доставки воды. Пожары ограничивают реальные ареалы мест обитания и деятельности человека, снижают видовое разнообразие флоры и фауны [5]. В результате пожары отрицательно влияют на экологию прилегающих к ним территорий.

Естественные неосушенные торфяники горят редко, только в засушливые годы, как правило, затрагивая лишь самые верхние слои торфяника – подсохший болотный мох сфагнум или сухую растительность на поверхности болота. Большую опасность представляет осушенный торфяник, так как осушение торфяника ведет к снижению уровня грунтовых вод на окружающей территории, хотя слабое осушение может быть полезным для леса. Но если уровень грунтовых вод падает так, что происходит разрыв капиллярного сообщения между ними и поверхностным слоем почвы, это оказывает крайне негативное воздействие на окрестные леса: ухудшается их обеспеченность влагой, высыхает подлесок, быстро иссушается профиль торфяных почв (это наблюдается на самотечных осушительных системах или нестабильно управляемых польдерах, подверженных значительным колебаниям уровня грунтовых вод) [5]. Сухой торф способен самовозгораться. Самовозгорание торфа – воспламенение торфа в процессе окисления кислородом. При этом приток тепла извне необязателен. В процессе участвуют микроорганизмы, продукты жизнедеятельности которых накапливаются в анаэробных условиях и приводят к постепенному прогреванию массы торфа до 60...65 °С. При последующем повышении температуры торф превращается в полукокс, склонный к спонтанному самовозгоранию под действием кислорода. Самовозгорание происходит, если влажность торфа меньше 40 % полной влагоемкости (по другим оценкам, 28...30 % полной влагоемкости) [6].

Для предупреждения пожара на

осушенных торфяниках эффективным является создание системы двухстороннего регулирования водного режима или противопожарное шлюзование. В течение влажного периода с помощью шлюзов-регуляторов на магистральных каналах и коллекторах задерживают сток воды с прилегающих водосборов. В сухой период в устьях дрен создают напор, за счет которого вода поступает в грунт, повышая уровень грунтовых вод в междуренье. Этот способ эффективен на низинных торфяных почвах, подстилаемых песками, при наличии притока грунтовых вод со стороны [7]. Богата такими низинными торфяными почвами Мещерская низменность.

Рассмотрим шлюзование на осушенном болоте вблизи метеостанции Черусти (Шатурский район Московской области) на границе с Рязанской областью (запад Мещерской низменности, где в 2010 году на больших площадях горели осушенные и выработанные торфяники).

Район метеостанции Черусти находится в пределах Мещерской физико-географической провинции и входит в Мещерскую низменность, расположенную в междуречье рек Оки, Москвы, Клязьмы. Провинция дренируется рекой Цной, впадающей в Оку, левыми притоками Москвы-реки – Нерской и Пехоркой, притоками Клязьмы – Полей, Сеньгой, Шерной, Ворей. Из многочисленных озер Мещеры (занимают около 0,75 % площади) наиболее крупные – Дубовое, два Святых, Карасево, Великое.

В западном районе провинции, замедленно дренированном, преобладают дерново-подзолистые и подзолистые глееватые и глеевые почвы под елово-дубово-сосновыми и мелколиственными лесами, зеленомошниками и долгомошниками, в понижениях распространены низинные торфяники с болотно-торфяными почвами и осушенные торфяно-перегнойные почвы.

Климат Мещерской провинции более теплый, чем в соседних провинциях. По данным метеостанции Черусти, среднегодовая температура воздуха +3,8 °С, средняя температура января –11,0 °С, июля +18,3 °С. Осадков за год выпадает в среднем 644 мм, по территории количество осадков изменяется от 600 до 650 мм. Мощность снежного покрова составляет 30...40 см и более. Сумма температур выше 10 °С составляет 1900...2100 °С, радиационный баланс равен

170,1...176,4 кДж/см² [3].

При противопожарном шлюзовании, исходя из условий сухих и жарких лет, каким был 2010 год, необходимо к началу лета, т. е. примерно к 10 июня обеспечить влажность верхнего 25-сантиметрового осушенного торфяника не ниже 0,5...0,6 пористости. Продолжительность шлюзования в такие годы составляет около 80 сут (до 1 сентября). С учетом инерционности грунтового потока, как показали предварительные расчеты, шлюзование надо начинать, упреждая эти сроки на 10–20 сут. С учетом этого теплый период, составляющий для метеостанции Черусти 180 сут, приходится разбивать на три периода:

первый – с конца снеготаяния и начала работы дрен до начала шлюзования – продолжительностью 40 сут;

второй – с начала шлюзования и создания напора в дренах и до конца шлюзования – продолжительностью 100 сут;

третий – завершающий этап – с начала снижения напора в дренах до их оси и до конца теплого периода – продолжительностью еще 40 сут.

Итого – 180 сут.

В результате шлюзования глубины грунтовых вод по середине между дренами h_1, h_2, h_3 в каждый период можно подсчитать по формулам С. Ф. Аверьянова:

$$h_1 = h_{др} - \left[(h_{др} - h_{нач}) (1 - \varphi) - \eta_1 \varphi_1 \right]; \quad (1)$$

$$h_2 = h_{др} - \left[-\eta_1 + (h_{др} - h_{шл} + \eta_1) \varphi - \eta_2 \varphi_1 \right]; \quad (2)$$

$$h_3 = h_{др} - \left[(h_{др} - h_{шл} + \eta_2) (1 - \varphi) - \eta_3 \varphi_1 \right], \quad (3)$$

где h_1, h_2, h_3 – меняющиеся во времени глубины грунтовых вод на междуренье, считая от поверхности земли, для первого–третьего периодов шлюзования; η_1, η_2, η_3 – поправки на инфильтрационное питание, определяются по следующим формулам:

$$\eta_1 = \frac{q_1 L^2}{2kT};$$

$$\eta_2 = \frac{q_2 L^2}{2kT};$$

$$\eta_3 = \frac{q_3 L^2}{2kT};$$

где k – коэффициент фильтрации, м/сут; T – расстояние от оси дрены до водоупора, м; L – половина расстояния между осушителями, м; q_1, q_2, q_3 – соответствующее первому–третьему периодам шлюзования расходование влаги на испарение минус осадки, м/сут; $h_{нач}$ – глубина грунтовых вод на начало теплого периода; $h_{шл}$ – уровень воды в дренах при шлюзовании, считая от поверхности земли.

Коэффициенты φ и φ_1 определяются по формулам:

$$\varphi = 1 - \frac{4}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{1}{(2n-1)} \exp\left[-\frac{(2n-1)^2}{4} \pi^2 i\right];$$

$$\varphi_1 = 1 - \frac{32}{\pi^3} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{1}{(2n-1)^3} \exp\left[-\frac{(2n-1)^2}{4} \pi^2 i\right].$$

Рассмотрим некоторые результаты расчета шлюзования осушенного болота в условиях метеостанции Черусти. В таблице

1 приведены данные о погодных условиях в этом районе с 1959 по 2010 год (табл. 1).

Теплый период начинается при устойчивом переходе температуры воздуха через отметку +5 °С 11 апреля весной и заканчивается осенью 10 октября, продолжительность 180 сут. Испаряемость подсчитана по формуле Н. Н. Иванова, дефицит увлажнения – это разность между испаряемостью и осадками.

Таблица 1

Метеоданные по метеостанции Черусти

№ года	Год	Осадки, мм		Испаряемость, мм		Дефицит увлажнения, мм		Оценка года
		За год	За теплый период	За год	За теплый период	За год	За теплый период	
1	1959	571	323	536	472	-35	149	
2	1960	652	405	522	464	-131	59	
3	1961	556	258	552	480	-4	222	
4	1962	906	620	443	379	-463	-241	Самый влажный, 99 %
5	1963	573	288	550	506	-23	218	Сухой, 10 %
6	1964	500	283	491	442	-9	159	
7	1965	656	417	440	386	-217	-31	
8	1966	679	279	520	467	-159	188	Средний сухой, 25 %
9	1967	538	275	510	464	-28	190	
10	1968	613	328	505	444	-109	116	Средний, 50 %
11	1969	454	270	441	392	-13	122	
12	1970	637	338	442	385	-195	47	
13	1971	626	376	455	406	-171	30	
14	1972	478	190	693	624	214	434	Самый сухой, 1 %
15	1973	595	293	486	414	-109	121	
16	1974	673	355	472	412	-201	57	
17	1975	520	268	633	540	113	272	
18	1976	561	354	432	366	-128	12	
19	1977	528	331	537	475	9	145	
20	1978	648	416	420	360	-227	-56	
21	1979	590	336	529	469	-62	133	
22	1980	632	430	408	355	-224	-75	
23	1981	553	329	588	525	35	196	
24	1982	533	288	457	396	-76	108	
25	1983	595	323	497	421	-98	98	
26	1984	527	377	514	444	-13	67	
27	1985	585	365	418	378	-168	13	
28	1986	660	426	475	427	-185	1	
29	1987	546	428	390	337	-157	-92	
30	1988	384	271	537	469	154	198	
31	1989	544	336	470	411	-73	75	
32	1990	782	558	403	339	-379	-220	
33	1991	405	288	520	449	115	161	
34	1992	432	241	485	440	53	199	
35	1993	546	317	419	354	-127	37	
36	1994	514	330	448	400	-67	69	
37	1995	521	251	568	513	47	262	
38	1996	477	283	490	422	13	140	
39	1997	592	376	504	418	-88	41	
40	1998	714	442	560	489	-154	47	
41	1999	616	282	569	497	-47	214	
42	2000	747	489	488	422	-259	-67	Влажный, 90 %
43	2001	590	286	563	473	-27	187	
44	2002	664	335	622	532	-42	197	
45	2003	672	401	491	426	-181	25	
46	2004	689	432	476	398	-213	-35	
47	2005	608	300	492	419	-116	118	
48	2006	696	382	468	407	-228	25	Влажный, 75 %
49	2007	634	349	549	476	-84	127	
50	2008	776	468	430	358	-346	-110	
51	2009	508	292	511	436	3	143	
52	2010	543	247	646	572	103	325	
Среднее		593	345	501	438	-92	93	

В таблице 2 показаны статистические характеристики осадков, испаряемости и дефицита.

Таблица 1 показывает небольшую изменчивость сумм осадков и испаряемости и очень сильную – дефицита увлажнения. Для выявления трендов в увлажненности на рис. 1 рассматриваемый период 52 года разделили на два подпериода по 26 лет каждый. В первый подпериод с 1959 по 1984 год линия тренда направлена в сторону незначительного уменьшения дефицита увлажнения, а во второй подпериод с 1985 по 2010 год – в сторону заметного увеличения дефицита увлажнения.

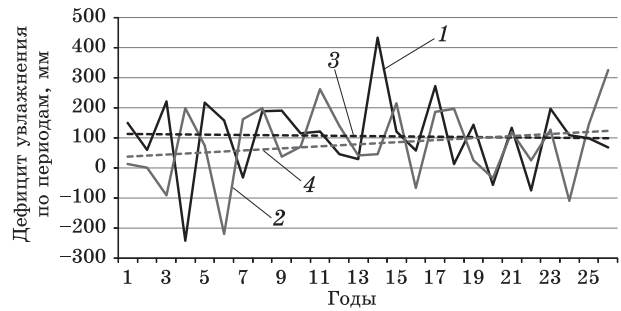


Рис. 1. Динамика дефицита увлажнения (испаряемость – осадки) за теплый период и линия тренда: 1 – дефицит с 1959 по 1984 год; 2 – дефицит с 1985 по 2010 год; 3 – линия тренда с 1959 по 1984 год; 4 – линия тренда с 1985 по 2010 год

Таблица 2

Изменчивость климатических показателей и характерные годы по увлажненности (метеостанция Черусти)

Показатели	Среднее, мм	Среднеквадратичное отклонение (СКО), мм	Коэффициент вариации	Год по увлажненности				
				Очень сухой, 1 %	Сухой, 10 %	Средний, 50 %	Влажный, 90 %	Самый влажный, 99 %
Осадки теплого периода	345	82	0,24	190	288	328	489	620
Испаряемость теплого периода	437	60	0,14	624	506	444	422	379
Дефицит (испаряемость – осадки)	93	126	1,36	434	218	116	-67	-241

Для расчета глубин грунтовых вод и других гидрологических показателей были установлены средние величины ин-

фильтрационного питания за три указанных периода. Знак плюс в табл. 3 говорит о превышении испарения над осадками.

Таблица 3

Инфильтрационное питание по расчетным периодам, мм/сут

Расчетный период	Год по увлажненности		
	Очень сухой, 1 %	Средний, 50%	Очень влажный, 99 %
1	+0,27	+3,73	-0,70
2	+1,30	+2,40	+0,57
3	-0,37	-2,11	-0,38

На рис. 2 показано изменение глубин грунтовых вод на естественном и стандартно осушенном болотах в течение теплого периода в средние и влажные годы, а на рис. 3 — при шлюзовании (получено А. И. Головановым в процессе моделирования). В естественных условиях глубины грунтовых вод во влажные годы составляют 0,20...0,60 м (на то оно и болото). При стандартном осушении дренами глубиной 1 м в эти же периоды грунтовые воды находятся на глубине около 1 м, что соответствует нормативам стандартного осушения. Но в очень сухие годы на

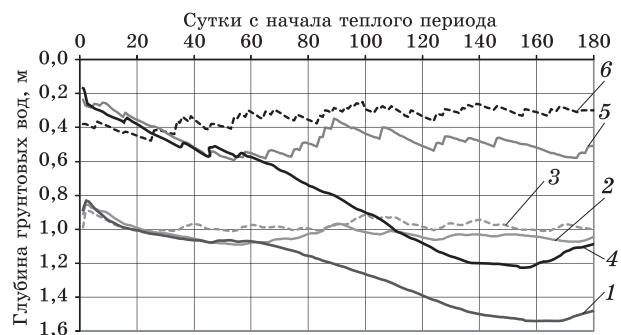


Рис. 2. Глубина грунтовых вод на стандартно осушенном (1–3) и естественном (4–6) болотах в разные по увлажненности годы: 1, 4 – сухие годы; 2, 5 – средние годы; 3, 6 – влажные годы

осушенном болоте грунтовые воды могут опуститься до глубины 1,5 м. В таких случаях необходимо предусматривать ограничение понижения уровня грунтовых вод шлюзованием или активным увлажнением (дождеванием).

На рис. 3 показаны глубины грунтовых вод в результате шлюзования при подъеме уровня воды в дренах до глубины 0,5 м (получено моделированием по программе А. И. Голованова и расчетами). Расчеты по формулам (1), (2), (3) неплохо согласуются с более точным моделированием.

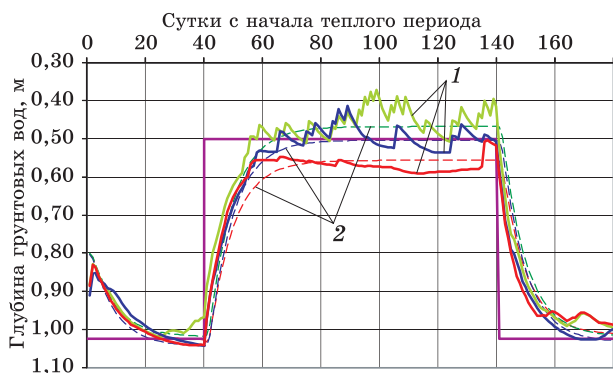


Рис. 3. Глубины грунтовых вод при шлюзовании в разные по влагообеспеченности годы. Сравнение теоретических расчетов с моделированием: 1 – моделирование, 2 – расчет по формулам

В таблице 4 приведена сводка некоторых показателей водного режима, речного стока и относительной урожайности для естественного болота и стандартно осушенного, а также при шлюзовании с напорами 0,8 и 0,5 м.

Осушение увеличивает впитывание осадков на 48 мм, из-за чего летний поверхностный сток уменьшается на 45 мм, по мере осушения фактическое суммарное испарение возрастает на 42 мм, а при шлюзовании 0,8 м приток грунтовых вод с примыкающих возвышенностей уменьшается на 30 мм, соответственно изменяется промываемость корнеобитаемого слоя – на 15 мм. С повышением влажности почвы относительная урожайность увеличивается на 0,28, при этом надо иметь в виду, что зависимость урожайности имеет форму купола. Переувлажнение, равно как и переосушка, приводит к снижению продуктивности трав. В данном примере принято, что оптимальная влажность для трав составляет 0,85 от предельно пылевой влагоемкости (ППВ), или 0,68 от пористости. Интересно, что на данном примере легкое шлюзование болота (при напорах в дренах 0,8 м от поверхности земли) обеспечивает максимальную продуктивность 0,89, что подтверждает целесообразность строительства водооборотных систем.

Таблица 4

Статьи водного баланса на низинном болоте при шлюзовании (средние значения за 52 года)

Вариант	Весеннее увлажнение, мм	Впитывание осадков, мм	Фактическое испарение, мм	Приток с возвышенности, мм	Дренажный сток с болота, мм		
					Всего	Сброс	Подача
Естественное болото	45	297	370	60	0	0	0
Стандартное осушение	111	345	328	75	201	201	0
Шлюзование 0,8 м	111	345	335	45	161	328	167
Шлюзование 0,5 м	111	342	343	19	123	445	322

Продолжение таблицы 4

Вариант	Средняя за год глубина грунтовых вод, м	Влажность в слое 0,25 м	Относительная урожайность	Промываемость, мм	Сток с катены, мм		
					половодья	межени	за год
Естественное болото	0,69	0,69	0,60	64	124	43	167
Стандартное осушение	1,33	0,50	0,61	252	98	88	186
Шлюзование 0,8 м	1,00	0,57	0,89	237	98	84	182
Шлюзование 0,5 м	0,64	0,70	0,77	223	99	81	180

Выводы

Шлюзование при напоре 0,5 м от поверхности земли существенно увеличивает влажность верхнего 25-сантиметрового слоя – до 0,7 от пористости, что даже превышает среднюю за год влажность на неосушенном болоте. Таким образом, достигается противопожарный эффект, поскольку высокая влажность обеспечивается и в очень засушливые годы. Это происходит благодаря подаче значительного количества воды на охраняемую площадь. В приведенном примере (метеостанция Черусти) подача воды составляла в среднем 322 мм слоя воды за 52 года, что соизмеримо со среднегодовым количеством атмосферных осадков за теплый период (см. табл. 1). Следовательно, целесообразно делать специальные водохозяйственные расчеты для нахождения объемов воды, необходимой для подачи на охраняемую площадь.

1. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2010 год / Ю. А. Израэль [и др.]. – URL: uploads/images/file_post_2208.pdf (дата обращения: 14.02.12).

2. Ученые: Экстремальная жара в России могла быть вызвана глобальным потеплением // Взгляд: деловая газета. – URL: <http://vz.ru/news/2012/2/21/563117>.

html (дата обращения: 14.02.12).

3. Арцыбашев Е. С. Проблема пожаров на оторфованных лесных землях // Лесное хозяйство. – 2006. – № 5. – С. 38 с.

4. Данилов-Данильян В. И. Причины и уроки торфяных и лесных пожаров 2010 года // ОКО ПЛАНЕТЫ: информационно-аналитический портал. – URL: <http://oko-planet.su/pogoda/listpogoda/58445-prichiny-i-uroki-torfyanyh-i-lesnyh-pozharov-2010-goda.html> (дата обращения: 14.02.12).

5. Голованов А. И., Зимин Ф. М., Сметанин В. И. Рекультивация земель; под редакцией А. И. Голованова. – М.: КолосС, 2009. – 325 с.

6. Берсенева А. Этот торф не затушишь, не залешь // Газета.ru. – URL: http://www.gazeta.ru/realty/2010/07/29_a_3402667.shtml (дата обращения: 14.02.12).

7. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации / А. А. Богусhevский [и др.]; под ред. Е. С. Маркова. – М.: Колос, 1981. – 375 с.

Материал поступил в редакцию 24.04.12.

*Голованов Александр Иванович, доктор технических наук, профессор
Тел. 8 (499) 153-96-28*

Студенова Кристина Сергеевна, аспирантка

Тел. 8-929-665-24-33

E-mail: kristi11.05.88@rambler.ru

УДК 502/504:631.6

В. И. СМЕТАНИН, В. И. ХОХЛОВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства»

ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ВОДОПРИЕМНОГО СЛОЯ ДРЕНАЖНЫХ ТРУБ ИЗ ВОЛОКНИСТО-ПОРИСТЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Приведены результаты исследований различных нетканых материалов, используемых в качестве водоприемного слоя дренажных труб.

Дренажные трубы, коэффициент фильтрации, кольматация, суффозия, водоприемный слой, дренажные трубы, волокнисто-пористые полимерные материалы, метод пневмоэкстракции, полиолефиновые волокна.

There are given research results of different nonwoven materials used as a water receiving layer of drain pipes.

Drain pipes, filtration factor, mudding, piping, water receiving layer, drain pipes, fibrous-porous polymer materials, method of pneumoextraction, polyolefin fibers.