

Александр Анатольевич Денисов

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, старший преподаватель экологии и рационального природопользования, Россия, Тюмень

E-mail: denisovaa@gausz.ru

Александр Севостьянович Моторин

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, профессор кафедры экологии и рационального природопользования, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Россия, Тюмень

E-mail: motorin.as@gausz.ru

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФИТОЦЕНОЗА МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ

В настоящее время существуют различные точки зрения по вопросу биологической рекультивации нарушенных земель. Одни специалисты практически отрицают необходимость рекультивации, что обосновывается гипотезой о самовосстановлении нарушенных ландшафтов в течение 3–4 лет. Другие считают необходимым проведение полной инженерной и биологической рекультивации. Ни тот, ни другой подход в полной мере не соответствует реальной картине. В данной статье изложены результаты многолетних (2016–2018 гг.) исследований по особенностям роста и развития многолетних трав в лесотундровой зоне Ямало-Ненецкого автономного округа. Показано, что количество продуктивных побегов многолетних трав через 4 года после посева при внесении 0,5–1,0 тыс. м³/га торфа превышало в 2 раза их величину на контроле, 1,5 тыс. м³/га – в 3 раза. Известкование на фоне 0,5 тыс. м³/га торфа увеличивает количество побегов на 6,1–11,0 %, 1 тыс. – на 24,1–41,7 %, 1,5 тыс. – на 19,5–37,8 %. Совместное внесение торфа (0,5–1,0 тыс. м³/га) и доломитовой муки (6–8 т/га) увеличивает массу корней в слое 0–10 см соответственно на 0,52–0,78 и 0,70–0,96 т/га. Для слоя 0–30 см эти величины составляют 1,15–1,60 и 1,42–1,92 т/га. Максимальная прибавка сухой биомассы трав (0,89–1,24 т/га) получена при внесении 0,5–1,0 тыс. м³/га торфа. Доломитовая мука оказывает положительное влияние на рост и развитие многолетних трав, особенно с нормой 2 т/га. Дополнительный сбор сухой биомассы трав здесь составляет, в зависимости от нормы торфа, от 0,4 до 0,65 т/га. Установлено, что минеральные удобрения являются основным фактором формирования полноценного травостоя. Самая высокая урожайность сухой биомассы трав (3,86–4,36 т/га) получена при внесении $N_{135} P_{135} K_{135}$.

Ключевые слова: многолетние травы, продуктивные побеги, корневая масса, урожайность, торф, доломитовая мука, минеральные удобрения, лесотундра.

Alexander A. Denisov

Northern Trans-Urals State Agrarian University, senior teacher of the chair of ecology and rational environmental management, Russia, Tyumen

E-mail: denisovaa@gausz.ru

Alexander S. Motorin

Northern Trans-Urals State Agrarian University, professor of the chair of ecology and rational environmental management, doctor of agricultural sciences, professor, Russia, Tyumen

E-mail: motorin.as@gausz.ru

THE FEATURES OF THE FORMATION OF THE PHYTOCENOSIS OF PERENNIAL GRASSES IN THE FAR NORTH

Currently, there are different points of view on the issue of biological recultivation of disturbed land. Some experts practically deny the need for recultivation, which is justified by the hypothesis of self-restoration of disturbed landscapes within 3–4 years. Others consider it necessary to carry out a complete engineering and biological. Neither approach fully corresponds to the real picture. The study presents the results of long-term (2016–2018) research on the peculiarities of growth and development of perennial grasses in the forest-tundra zone of the Yamal-Nenets Autonomous district. It is shown that the number of productive shoots of perennial grasses in 4 years after sowing with the introduction of 0.5–1.0 thousand m³/hectare

© Денисов А.А., Моторин А.С., 2021

Вестник КрасГАУ. 2021. № 2. С. 17–25.

of peat exceeds by 2 times their value in the control, 1.5 thousand m^3 /hectare – by 3 times. Liming on the background of 0.5 thousand m^3 /hectare of peat increases the number of shoots by 6.1–11.0 %, 1 thousand – by 24.1–41.7 %, 1.5 thousand – by 19.5–37.8 %. Combined application of peat (0.5–1.0 thousand m^3 /hectare) and dolomite flour (6–8 t/hectare) increases the root mass in the 0–10 cm layer by 0.52–0.78 and 0.70–0.96 t/hectare, respectively. For the 0–30 cm layer, these values are 1.15–1.60 and 1.42–1.92 t/hectare. The maximum increase in dry matter of grasses (0.89–1.24 t/hectare) is obtained with the introduction of 0.5–1.0 thousand m^3 /hectare of peat. Dolomite flour has a positive effect on the yield of perennial grasses, especially at the rate of 2 t/hectare. Additional collection of dry matter of grasses here is equal, depending on the peat norm, from 0.4 to 0.65 t/hectare. It is established that mineral fertilizers are the main factor in the formation of a full-fledged grass stand. The highest yield of grass dry matter (3.86–4.36 t/hectare) is obtained by introducing $N_{135}P_{135}K_{135}$.

Keywords: perennial grasses, productive shoots, root mass, productivity, peat, dolomite flour, mineral fertilizers, forest tundra.

Введение. Увеличение техногенно нарушенных территорий на Крайнем Севере происходит в основном из-за освоения нефтегазовых месторождений, строительства автомобильных и железных дорог, а также вахтовых поселков [1–5]. Повышенная ранимость и хрупкость природных ландшафтов Крайнего Севера обусловлена нестабильностью многолетнемерзлых пород и резкими колебаниями абиотических условий [6, 7]. При полном нарушении живого напочвенного покрова [8] восстановительные процессы не успевают за развивающимися разрушениями, вызванными антропогенной нагрузкой на них [9]. Основными причинами низких темпов восстановительных процессов в зоне тундры являются малочисленность популяций и слабое распространение зачатков возобновления [1, 2]. Ограниченное самовосстановление фитоценоза возможно на грунтах, сложенных торфяниками, или грунтах, имеющих в своем составе глинистую фракцию, с достаточным содержанием азота, фосфора и калия [10–13], но не на легких по гранулометрическому составу «безжизненных» инертных песках [14, 15].

Восстановление растительности при полном уничтожении аборигенных фитоценозов возможно за счет посева районированных многолетних трав в составе многокомпонентной травосмеси [16, 17]. При создании искусственных фитоценозов необходимо учитывать и меняющиеся гидро-термические условия нарушенных грунтов [18] и учитывать их при подборе видов многолетних трав для залужения [19]. Многолетние травы для восстановления живого напочвенного покрова Крайнего Севера должны быть устойчивы к низким температурам, переувлажнению почв, подтоплению талыми водами в весенний период. Обладать засухоустойчивостью, так как в тундре [20]

нередко начало летнего сезона бывает бездождливым и сопровождается иссушающими ветрами. При разработке агро-мелиоративных мероприятий [1] по восстановлению нарушенных природных ландшафтов необходимо руководствоваться апробированными рекомендациями [21, 22].

Цель исследований. Установление особенностей формирования фитоценоза многолетних трав на песчаных грунтах Ямало-Ненецкого автономного округа.

Материал и методы исследований. Полевой опыт по изучению влияния агро-мелиоративных приемов на развитие и продуктивность многолетних трав заложен в 2015 г. в лесотундровой зоне Ямало-Ненецкого автономного округа на песчаном сухоройном карьере, расположенном в 15 км от г. Салехарда. Опыт заложен согласно общепринятым методикам. Схемы опытов будут представлены в ходе дальнейшего изложения материала.

Использован торф переходного типа с $pH_{\text{соед.}}$ 4,0–5,5. Норма высева семян овсяницы красной составила 60 кг/га, доза минеральных удобрений – $N_{90}P_{90}K_{90}$. Площадь делянок в вариантах с торфом 62 m^2 , с доломитовой мукой – 12 m^2 . Варианты с нормами доломитовой муки располагались поперек делянок с различными нормами торфа. Повторность двухфакторного опыта – трехкратная. Фенологические наблюдения проводили через каждые 5 дней с момента отрастания трав. Проводили определение корневой массы по слоям путем отбора почвенных монолитов размером 20×30 см в пятикратной повторности. Густоту стояния растений определяли в фазу полных всходов. Урожайность трав – методом сплошного учета с отбором образца массой 1 кг для определения сухого вещества.

Опыт по изучению действия минеральных удобрений на урожай овсяницы красной располагался на этом же карьере, схема опыта приведена при изложении результатов исследований.

Результаты и их обсуждение. В результате многолетних исследований установлено, что создание плодородного слоя с помощью торфа и внесения доломитовой муки на фоне внесения

(NPK)₉₀ обеспечило достаточно активное развитие многолетних трав и формирование прочной дернины на песчаном грунте. Количество продуктивных побегов в варианте опыта примерно в два раза превышало их величину на контроле (без внесения торфа и доломитовой муки) (табл.1).

Таблица 1

Влияние торфа и доломитовой муки на плотность травостоя

Вариант опыта		Количество продуктивных побегов по годам жизни многолетних трав, шт/м ²				Высота растений, см
Норма торфа, тыс. м ³ /га	Норма доломитовой муки, т/га	второй	третий	четвертый	Среднее за 3 года	
0	0	8	320	168	165	41
0,5	0	32	615	392	346	58
	2	56	568	476	367	64
	4	76	574	502	384	69
	6	68	582	448	366	72
	8	96	559	475	376	70
1,0	0	116	672	406	398	62
	2	212	712	559	494	71
	4	244	750	608	534	69
	6	308	718	477	501	74
	8	344	735	612	564	73
1,5	0	260	688	543	497	65
	2	368	780	634	594	73
	4	492	836	681	670	69
	6	437	892	625	651	71
	8	468	840	702	670	68
	–	–	–	–	НСР ₀₅	^{*76} ^{**173}

Примечание: * НСР₀₅ – по норме торфа; ** НСР₀₅ – по норме доломитовой муки.

Увеличение нормы торфа в 2 раза повысило количество побегов многолетних трав на 52 шт/м² (15 %), в 3 раза – на 151 шт/м² (43,6 %). Полученные результаты показывают эффективность внесения высоких норм торфа и увеличение общего числа продуктивных побегов в опыте.

Известкование также оказывает положительное влияние на развитие побегов многолетних трав. При этом эффективность внесения доломитовой муки зависит от нормы торфа. Так, при внесении 0,5 тыс. м³/га торфа известкование повышало количество продуктивных побегов

на 21–36 шт/м² (6,1–11,0 %); 1,0 тыс. м³/га – на 96–166 шт/м² (24,1–41,7 %); 1,5 тыс. м³/га – на 97–173 шт/м² (19,5–34,8 %).

При рекультивации нарушенных земель важнейшим показателем является накопление корневой массы, которая определяет устойчивость ландшафта, его сопротивляемость эрозионным процессам [1]. В наших исследованиях на контрольных делянках основная часть корневой массы (58 %) располагалась в слое почвы 0–10 см (табл. 2).

**Накопление и распределение корневой массы многолетних трав
в зависимости от нормы торфа и доломитовой муки, т/га**

Вариант опыта		Слой почвы, см				В слое 0–20	
Норма торфа, тыс. м ³ /га	Норма доломитовой муки, т/га	0–10	10–20	20–30	0–30	т/га	%
0	0	0,29	0,14	0,07	0,50	0,43	86,0
0,5	0	0,41	0,28	0,11	0,80	0,69	86,2
	2	0,54	0,31	0,19	1,04	0,85	81,7
	4	0,81	0,56	0,28	1,65	1,37	83,0
	6	1,07	0,69	0,34	2,10	1,76	83,8
1,0	0	0,59	0,31	0,16	1,06	0,90	84,9
	2	0,67	0,39	0,21	1,27	1,06	83,5
	4	0,99	0,61	0,32	1,92	1,60	83,3
	6	1,25	0,74	0,43	2,42	1,99	82,2
	НСР ₀₅	<u>*0,79</u> <u>**0,62</u>	<u>0,59</u> <u>0,39</u>	<u>0,36</u> <u>0,23</u>	<u>1,52</u> <u>1,39</u>	<u>1,46</u> <u>1,16</u>	–

Примечание: * НСР₀₅ – по норме торфа; ** НСР₀₅ – по норме доломитовой муки.

На глубине 10–20 см ее было уже в 2 раза меньше. Самое низкое количество корневой массы (14 %) определено в слое 20–30 см. Обусловлено это прежде всего снижением температуры почвы вниз по профилю из-за близкого залегания мерзлоты. В целом необходимо отметить слабое развитие корневой системы многолетних трав по причине дефицита питательных веществ и высокой кислотности песчаного грунта.

Внесение 0,5 тыс. м³/га торфа увеличило массу корней многолетних трав в слое 0–30 см на 0,3 т/га (60 %), 1,0 тыс. м³/га – в 4,2 раза (212 %). При этом распределение массы корней по профилю грунта практически не изменилось. Положительное действие торфа резко возрастает на фоне известкования. Например, при внесении 0,5 тыс. м³/га торфа масса корней в слое 0–30 см была равна 0,8 т/га, в сочетании с доломитовой мукой она увеличилась в 1,3–2,6 раза. Максимальная масса корней получена на варианте внесения 8 т/га доломитовой муки. Увеличение нормы торфа до 1 тыс. м³/га также способствует повышению эффективности известкования, но в меньших абсолютных величинах. Так, известкование нормой 2 т/га на фоне внесения торфа 1,0 тыс. м³/га увеличило массу корней всего на

0,23 т/га (22 %) по сравнению с вариантом внесения 0,5 тыс. м³/га. При использовании 6 т/га доломитовой муки разница составила 0,27 т/га (16,4 %), 8 т/га – 0,32 т/га (15,2 %). Полученные результаты показывают, что корневая система многолетних трав активно развивается при создании плодородного слоя за счет внесения торфа и доломитовой муки.

В соответствии с различным состоянием травостоя находилась и его продуктивность (табл. 3). На песчаном грунте в варианте опыта без внесения торфа (контроль) растения были самыми редкими и низкорослыми (30–40 см), соответственно и сухая масса трав здесь наблюдалась минимальная – 0,39–0,69 т/га. Внесение торфа нормой 0,5 тыс. м³/га позволило увеличить надземную биомассу растений в 2,9 раза в среднем за три года. Прибавка урожая трав в этом случае была равна 0,89 т/га. При дальнейшем повышении нормы торфа до 1,5 тыс. м³/га урожайность сухой массы многолетних трав увеличилась менее значительно, в пределах 0,35–0,45 т/га (25,7–33,0 %). Особо необходимо отметить, что при внесении 1,5 тыс. м³/га торфа сбор сухой массы трав возрастает всего на 0,1 т/га (7,3 %) по сравнению с его нормой 1,0 тыс. м³/га.

Урожайность сухой массы многолетних трав в зависимости от нормы торфа и доломитовой муки

Вариант опыта		Урожайность, т/га				Прибавка урожайности, т/га
Норма торфа, тыс. м ³ /га	Норма доломитовой муки, т/га	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее за 3 года	
0	0	0,39	0,69	0,34	0,47	–
0,5	0	1,52	1,64	0,94	1,36	0,89
	2	1,73	2,04	1,55	1,77	1,30
	4	1,85	2,01	1,58	1,81	1,34
	6	1,99	2,12	1,55	1,88	1,41
	8	20,9	2,02	1,64	1,91	1,44
1,0	0	2,46	1,56	1,12	1,71	1,24
	2	2,49	2,56	1,83	2,29	1,82
	4	2,63	2,61	1,82	2,34	1,87
	6	2,73	2,46	1,94	2,38	1,97
	8	2,69	2,54	1,87	2,37	1,89
1,5	0	2,52	1,70	1,23	1,81	1,34
	2	3,10	2,50	1,80	2,46	1,99
	4	2,95	2,62	1,84	2,47	2,00
	6	3,11	2,42	1,75	2,42	1,95
	8	2,93	2,44	1,80	2,39	1,92
НСР ₀₅		<u>*2,4</u> **3,1	<u>1,6</u> 2,1	<u>0,6</u> 0,7	<u>1,5</u> 2,0	

Примечание: * НСР₀₅ – по норме торфа; ** НСР₀₅ – по норме доломитовой муки.

Применение доломитовой муки даже в минимальных дозах обеспечило дополнительный сбор сухого вещества многолетних трав от 0,41 до 1,1 т/га. Наиболее эффективным было внесение доломитовой муки в варианте опыта с нормой торфа 1,0 тыс. м³/га. Максимальная урожайность сухой массы здесь достигла 2,38 т/га. Прибавка урожая по сравнению с контролем составила 1,91 т/га в среднем за 3 года.

Незначительно повысилась урожайность сухой массы трав в варианте опыта с нормой торфа 1,5 тыс. м³/га, однако эта прибавка находит-

ся в несущественных пределах. С повышением дозы доломитовой муки с 2 до 8 т/га особых различий в урожае не отмечается на всех вариантах норм торфа.

Математическая обработка данных по урожаю трав в опыте показывает достоверность разницы на уровне НСР₀₅ только между вариантами норм торфа 0,5 и 1,0 тыс. м³/га и между контролем и дозами доломитовой муки 2–8 т/га. Разница в урожае трав между дозами доломитовой муки оказалась несущественной (табл. 4).

Таблица 4

**Влияние торфа и доломитовой муки на урожайность сухой массы
многолетних трав (среднее за 2016–2018 гг.)**

Норма торфа (А), тыс. м ³ /га	Норма доломитовой муки (В), т/га					Среднее по фактору А (НСР _{05=1,5})
	0	2	4	6	8	
0,5	1,36	1,77	1,81	1,88	1,91	1,74
1,0	1,71	2,29	2,34	2,37	2,36	2,21
1,5	1,81	2,46	2,47	2,42	2,39	2,31
Среднее по фактору В (НСР _{05=2,0})	1,62	2,17	2,20	2,22	2,22	2,08

Следовательно, для создания прочной дернины на выработанных песчаных карьерах наиболее эффективно и экономично вносить торф в норме 0,5–1,0 тыс. м³/га, а оптимальная доза доломитовой муки должна составлять при этом не менее 2 т/га.

Контроль опыта, где удобрения не применялись, отличался редким травостоем высотой не более 10 см с продуктивностью 0,3–0,36 т/га су-

хой массы. Внесение минеральных удобрений (нитроаммофоска) в количестве N₄₅P₄₅K₄₅ даже по фону минимального высева семян трав (40 кг/га) резко увеличило сбор сухого вещества. Прибавка урожая в этом варианте опыта составила 2,25 т/га (850 %). При дальнейшем увеличении дозы минеральных удобрений также наблюдается рост урожайности многолетних трав, хотя и менее значительно, чем в первом случае (табл. 5).

Таблица 5

**Урожайность сухой массы многолетних трав в зависимости от нормы высева
и минеральных удобрений**

Вариант опыта		Урожайность, т/га			Прибавка урожайности, т/га
Норма семян, т/га	Норма удобрений, кг/га	2017 г.	2018 г.	Среднее за 2 года	
40	0	0,31	0,29	0,30	-
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	2,73	2,38	2,55	2,25
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	3,33	3,05	3,19	2,89
	N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	4,25	3,48	3,86	3,56
80	0	0,41	0,32	0,36	0,06
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	3,25	2,63	2,94	2,64
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	3,70	3,48	3,59	3,29
	N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	4,78	3,95	4,36	4,06
НСР ₀₅		<u>*0,1</u> **0,14	<u>0,16</u> 0,22	<u>0,13</u> 0,18	

Примечание: * НСР₀₅ – по норме семян; ** НСР₀₅ – по норме удобрений.

Максимальная урожайность сухой биомассы трав была в варианте $N_{135}P_{135}K_{135}$ – 3,86 т/га, что в 12,9 раза выше контрольного варианта. В этом варианте удобрений наблюдалась и самая высокая плотность растений – до 730 шт/м², а при посеве с повышенной нормой семян (80 кг/га) – до 850 шт/м².

Еще более высокая продуктивность многолетних трав зафиксирована при посеве семян с двойной нормой – 80 кг/га. В варианте удобрений $N_{135}P_{135}K_{135}$ плотность травостоя и его урожайность в среднем за два года были самыми высокими – 4,36 т/га. Наблюдаемые отклонения по урожайности как между контролем (без удобрений) и вариантами удобрений, так и между их различными дозами математически достоверны на уровне НСР₀₅. Аналогичная достоверность прибавок урожайности получена по вариантам норм высевы многолетних трав.

Выводы

1. Количество продуктивных побегов многолетних трав через 4 года после посева при внесении 0,5–1,0 тыс. м³/га торфа превышало в 2 раза их величину на контроле, 1,5 тыс. – в 3 раза. На фоне 0,5 тыс. м³/га торфа отмечено положительное влияние известкования, в результате чего произошло увеличение количества побегов на 6,1–11,0 %, 1,0 тыс. – 24,1–41,7 %, 1,5 тыс. – на 19,5–34,8 %.

2. На песчаных грунтах в условиях Крайнего Севера установлено слабое развитие корневой системы многолетних трав и распределение основной ее части в слое 0–10 см. Совместное внесение торфа (0,5–1,0 тыс. м³/га) и доломитовой муки (6–8 т/га) увеличивает массу корней в слое 0–10 см соответственно на 0,52–0,78 и 0,70–0,96 т/га. Для слоя 0,30 м эти величины составляют 1,15–1,60 и 1,42–1,92 т/га.

3. При применении торфа в нормах 0,5–1,0 тыс. м³/га максимальная прибавка биомассы многолетних трав составила 0,89–1,24 т/га сухого вещества. Торф при внесении 1,5 тыс. м³/га не обеспечивает существенного увеличения биомассы культивируемых трав.

Действие доломитовой муки с нормой 2 т/га на урожайность многолетних трав оказалось положительным во всех вариантах опыта. Дополнительный сбор биомассы трав в этом варианте составляет, в зависимости от нормы торфа, от 0,4 до 0,65 т/га.

4. Минеральные удобрения являются основным фактором формирования полноценного фитоценоза. Самая высокая биомасса многолет-

них трав (3,86–4,36 т/га) получена при внесении (NPK)₁₃₅. Дополнительный сбор биомассы трав составил 3,56–4,06 т/га.

Литература

1. *Игловиков А.В.* Биологическая рекультивация карьеров в условиях Крайнего Севера: дис. ... канд. с.-х. наук. Барнаул, 2012.
2. *Игловиков А.В.* Биологическая рекультивация карьеров в условиях Крайнего Севера. Saarbrücken, 2012.
3. *Iglovikov A. V., Motorin A. S.* Emerging technologies for recultivation of disturbed sandy soil after anthropogenic disturbances in the industrial development of the far north // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering, IPDME 2018. Mining Ecology. 2018. С. 092009. DOI: 10.1088/1755-1315/194/9/092009.
4. *Игловиков А.В., Денисов А.А.* Динамика развития искусственно созданного растительного покрова в условиях Крайнего Севера после проведения биологического этапа рекультивации // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2014. № 3 (26). С. 57–61.
5. *Iglovikov A.* The development of artificial Phytocenosis in Environmental Construction in the far North. Procedia Engineering. (2016). Volume 165. P. 800–805. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.11.778.
6. *Моторин А.С., Игловиков А.В.* Развитие искусственно созданного на биологическом этапе рекультивации фитоценоза в условиях Крайнего Севера // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2015. № 6 (247). С. 50–56.
7. *Motorin A. S., Iglovikov A. V., Bukin A. V.* Changing in water-physical properties of drained peat soils during extraction and exploration of minerals in the conditions of the Northern Urals // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. С. 082026. DOI: 10.1088/1755-1315/194/8/082026.
8. Рекультивация механически нарушенных почв с помощью лесных насаждений / *А.В. Игловиков, Б.Е. Чижов, А.А. Маленко [и др.]* // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (186). С. 25–33.

9. Андроханов В.А. Принципы оценки почвенно-экологического состояния техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. 2009. Т. 16. № 2. С. 165–169.
10. Игловиков А.В. Технологии оптимизации питательного режима нарушенных тундровых почв на биологическом этапе рекультивации // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 2 (70). С. 22–26.
11. Моторин А.С., Игловиков А.В. Динамика различных форм азота при проведении биологической рекультивации нарушенных земель в условиях Крайнего Севера // Агропродовольственная политика России. 2017. № 12 (72). С. 88–92.
12. Игловиков А.В. Фосфорный режим нарушенных земель в условиях Крайнего Севера // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 3 (77). С. 12–16.
13. Игловиков А.В., Денисов А.А. Калийный режим нарушенных земель в условиях Крайнего Севера на биологическом этапе рекультивации // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 12 (182). С. 56–64.
14. Тихановский А.Н. Проблемы и методы биологической рекультивации нарушенных земель Крайнего Севера // Успехи современного естествознания. 2017. № 2. С. 43–47.
15. Тихановский А.Н. Теория и практика применения удобрений на почвах Крайнего Севера. М., 2015.
16. Зеленский В.М. Многолетние травы для рекультивации земель в субарктической тундре Таймыра // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2008. № 8 (188). С. 40–50.
17. Синявский И.В., Истомина А.В. Рекультивация нарушенных земель и разработка комплекса работ, направленных на восстановление биогеоценоза // Евразийское Научное Объединение. 2019. № 1-7 (47). С. 404–407.
18. Моторин А.С. Особенности гидротермических условий нарушенных грунтов Крайнего Севера в связи с их биологической рекультивацией // Аграрный вестник Урала. 2012. № 6 (98). С. 66–70.
19. Сурин Н.А., Зеленский В.М. Биологическая рекультивация нарушенных земель на Енисейском Севере // Вестник КрасГАУ. 2008. № 3. С. 83–88.
20. Восстановление природных экосистем на Севере: теоретические основы и практический опыт / И.Б. Арчегова, А.Н. Панюков, И.А. Лиханова [и др.] // Вестник Института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. 2011. № 12. С. 46–48.
21. Ермохин Ю.И. Рекомендации по технологии рекультивации земель на Крайнем Севере. Омск, 2009.
22. Андроханов В.А. Специфика и генезис почвенного покрова техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. 2005. Т. 12. № 5. С. 795–800.

Literatura

1. Iglovikov A.V. Biologicheskaya rekul'tivaciya kar'erov v usloviyah Kraynego Severa: dis. ... kand. s.-h. nauk. Barnaul, 2012.
2. Iglovikov A.V. Biologicheskaya rekul'tivaciya kar'erov v usloviyah Kraynego Severa. Saarbrücken, 2012.
3. Iglovikov A.V., Motorin A.S. Emerging technologies for recultivation of disturbed sandy soil after anthropogenic disturbances in the industrial development of the far north // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering, IPDME 2018. Mining Ecology. 2018. S. 092009. DOI: 10.1088/1755-1315/194/9/092009.
4. Iglovikov A.V., Denisov A.A. Dinamika razvitiya iskusstvenno sozdannogo rastitel'nogo pokrova v usloviyah Kraynego Severa posle provedeniya biologicheskogo etapa rekul'tivacii // Vestnik Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural'ya. 2014. № 3 (26). S. 57–61.
5. Iglovikov A. The development of artificial Phytocenosis in Environmental Construction in the far North. Procedia Engineering. (2016). Volume 165. P. 800–805. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.11.778.
6. Motorin A.S., Iglovikov A.V. Razvitie iskusstvenno sozdannogo na biologicheskom etape rekul'tivacii fitocenoza v usloviyah Kraynego Severa // Sibirskiy vestnik sel'skohozyaystvennoy nauki. 2015. № 6 (247). S. 50–56.
7. Motorin A.S., Iglovikov A.V., Bukin A.V. Changing in water-physical properties of drained peat soils during extraction and exploration of minerals in the conditions of the Northern Urals // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. S. 082026. DOI: 10.1088/1755-1315/194/8/082026.

8. Rekul'tivaciya mehanicheski narushennyh pochv s pomosh'yu lesnyh nasazhdeniy / A.V. Iglovikov, B.E. Chizhov, A.A. Malenko [i dr.] // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. № 4 (186). S. 25–33.
9. Androhanov V.A. Principy ocenki pochvenno-ekologicheskogo sostoyaniya tehnogennyh landshaftov // Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal. 2009. T. 16. № 2. S. 165–169.
10. Iglovikov A.V. Tehnologii optimizatsii pitatel'nogo rezhima narushennyh tundrovyyh pochv na biologicheskom etape rekul'tivatsii // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 2 (70). S. 22–26.
11. Motorin A.S., Iglovikov A.V. Dinamika razlichnyh form azota pri provedenii biologicheskoy rekul'tivatsii narushennyh zemel' v usloviyah Kraynego Severa // Agroprodovol'stvennaya politika Rossii. 2017. № 12 (72). S. 88–92.
12. Iglovikov A.V. Fosfornyy rezhim narushennyh zemel' v usloviyah Kraynego Severa // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 3 (77). S. 12–16.
13. Iglovikov A.V., Denisov A.A. Kaliynyy rezhim narushennyh zemel' v usloviyah Kraynego Severa na biologicheskom etape rekul'tivatsii // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 12 (182). S. 56–64.
14. Tihanovskiy A.N. Problemy i metody biologicheskoy rekul'tivatsii narushennyh zemel' Kraynego Severa // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. 2017. № 2. S. 43–47.
15. Tihanovskiy A.N. Teoriya i praktika primeneniya udobreniy na pochvah Kraynego Severa. M., 2015.
16. Zelenskiy V.M. Mnogoletnie travy dlya rekul'tivatsii zemel' v subarkticheskoy tundre Taymyra // Sibirskiy vestnik sel'skohozyaystvennoy nauki. 2008. № 8 (188). S. 40–50.
17. Sinyavskiy I.V., Istomina A.V. Rekul'tivaciya narushennyh zemel' i razrabotka kompleksa rabot, napravlennyh na vosstanovlenie biogeotsenoza // Evraziyskoe Nauchnoe Ob»edinenie. 2019. № 1-7 (47). S. 404–407.
18. Motorin A.S. Osobennosti gidrotermicheskikh usloviy narushennyh gruntov Kraynego Severa v svyazi s ih biologicheskoy rekul'tivatsiey // Agrarnyy vestnik Urala. 2012. № 6 (98). S. 66–70.
19. Surin N.A., Zelenskiy V.M. Biologicheskaya rekul'tivaciya narushennyh zemel' na Eniseyskom Severe // Vestnik KrasGAU. 2008. № 3. S. 83–88.
20. Vosstanovlenie prirodnyh ekosistem na Severe: teoreticheskie osnovy i prakticheskiy opyt / I.B. Arhegova, A.N. Panyukov, I.A. Lihanova [i dr.] // Vestnik Instituta biologii Komi nauchnogo centra Ural'skogo otdeleniya RAN. 2011. № 12. S. 46–48.
21. Ermohin Yu.I. Rekomendatsii po tehnologii rekul'tivatsii zemel' na Kraynem Severe. Omsk, 2009.
22. Androhanov V.A. Specifika i genezis pochvennogo pokrova tehnogennyh landshaftov // Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal. 2005. T. 12. № 5. S. 795–800.

