



DOI: 10.26898/0370-8799-2017-5-3

УДК 631.4:631.8

**ПРИЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА  
НАРУШЕННЫХ ГРУНТОВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

**А.В. ИГЛОВИКОВ**, кандидат сельскохозяйственных наук,  
директор агротехнологического института  
Государственный аграрный университет Северного Зауралья  
625003, Россия, г. Тюмень, ул. Республики, 7  
e-mail: an.iglovikov@mail.ru

Изложены результаты многолетних (2007–2010) исследований по изучению водно-теплового режима нарушенных грунтов и приемов его оптимизации в условиях Крайнего Севера. Установлено, что влажность нарушенных грунтов в значительной степени зависит от количества осадков в течение вегетационного периода. Мерзлота в условиях Крайнего Севера оказывает влияние на режим влажности, в значительной степени являясь ее регулятором. При незначительном выпадении осадков (84 мм) за вегетационный период мерзлота становится барьером для передвижения влаги в нижележащие слои, и атмосферная вода в течение долгого времени держится на уровне корнеобитаемого слоя, обеспечивая растения влагой на минимальном уровне. При большом количестве выпадения атмосферных осадков (123 мм) влажность корнеобитаемого слоя возрастает до верхнего предела оптимальных запасов (0,87–0,99 ПВ), несмотря на легкий гранулометрический состав грунтов. Применение торфяных биоматов помогает создавать более благоприятные условия увлажнения для появления всходов многолетних трав, их роста и развития, повышая влажность в слое грунта 0,2 м на 10–17 %. Благодаря слабой теплопроводности, растительный покров замедляет и уменьшает теплообмен между грунтами и атмосферой. Вследствие этого глубина оттаивания грунтов под растительным покровом уменьшается (44 см) по сравнению с обнаженными участками (54 см). Создание устойчивых фитоценозов многолетних трав на Крайнем Севере с целью снижения протаивания грунтов возможно при использовании повышенных доз минеральных удобрений ( $N_{90-160}P_{90-160}K_{90-160}$ ) в чистом виде или в сочетании с торфяными биоматами. В условиях Крайнего Севера оптимальная густота растительного покрова достигается при норме высева семян многолетних трав 120 кг/га.

**Ключевые слова:** биологическая рекультивация, многолетние травы, нарушенные земли, наименьшая влагоемкость, растительный покров.

Жесткие почвенно-климатические условия, хрупкость и ранимость природных систем почвенного покрова Крайнего Севера при техногенном нарушении не обеспечивают стабильность многолетнемерзлых пород [1]. Из-за резких колебаний абиотических условий, сравнительной простоты структуры почв, относительно невысокого видового разнообразия растительных сообществ они легко разрушаются под действием ан-

тропогенных факторов. Нарушения поверхности многолетнемерзлых почв приводят к изменению водно-теплового режима, усилению криогенных и других геологических процессов, изменяющих ландшафт в нежелательном направлении [2].

В зонах тундры и лесотундры растительный покров оказывает консервирующее влияние на грунты, замедляя процессы оттаивания, происходящие в верхних слоях,

уменьшая теплообмен между грунтами и атмосферой [2]. Промерзание, протаивание, пучение, просадка грунтов, а также солифлюкция под растительным покровом протекают в слое, толщина которого небольшая, поэтому они вызывают меньшее изменение грунтов, чем на обнаженных участках. Сплошной покров из мхов, лишайников и торфянистый слой, характерные для этих подзон, исключают развитие эрозии на севере или значительно затрудняют его на юге [3].

Удаление или частичное нарушение теплоизолирующих напочвенных покровов при техногенных нагрузках вызывают быстрое протаивание минеральных грунтов. Влажность почвы при наличии мерзлоты определяется количеством влаги, расходуемой на испарение почвой и растениями, с одной стороны, и количеством осадков в весенне-летний период и влагой, поступающей от таяния мерзлой толщи, – с другой [4]. Могут затрагиваться и подземные льды, тогда происходит просадка поверхности. В понижениях скапливается вода. Если почвы мелкодисперсны и не содержат льда, усиление процессов протаивания и осадки ослаблено. При крупнопесчаных и крупносkeletalных грунтах удаление растительного покрова резко усиливает их протаивание [5].

Один из наиболее важных условий, определяющих эффективное плодородие почвы, – ее температурный режим [6]. Постоянное близкое наличие мерзлоты к поверхности приводит к тому, что тесная связь между количеством солнечной радиации в вегетационный период и степени прогреваемости грунта происходит лишь в самой верхней части профиля [7]. Многие исследователи отмечают, что большое влияние на температурный режим территорий с вечной мерзлотой в летний период оказывает запас холода, накопленный в почве после суровых зим [8, 9]. Запас холода – сумма отрицательных температур в толще 20–160 см на фиксированных глубинах в районах Крайнего Севера, которая варьируется от –2100 до –3400 °. При среднегодовой температуре воздуха ниже –2 °С, грунт промерзший за

зиму, часто не успевает оттаять летом. Это может приводить к накоплению мерзлого грунта под деятельным слоем (сезонного промерзания и оттаивания), т.е. образованию слоя вечномерзлого грунта [10]. Глубоко промерзшие почвы Крайнего Севера медленно оттаивают, что сдерживает их прогревание [11]. В этих условиях чрезвычайно рельефно проступает связь между температурным, водным режимами и биологическими процессами, происходящими в почве [12].

Цель исследования – изучить водно-тепловой режим нарушенных грунтов Крайнего Севера и приемы его оптимизации.

### **ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ**

Экспериментальная работа выполнена на карьере намывного грунта трехгодичной выработки Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения (БНГКМ), находящегося в западной части среднего Ямала в 110 км от Карского моря, а также на песчаном карьере в 15 км от г. Салехард.

Добываемые грунты используются при строительстве автомобильных, железных дорог, вахтовых поселков, а также для создания искусственных почвосмесей, используемых при рекультивации техногенно нарушенного почвенного покрова [13–15].

В опытах под многолетние травы вносили нитроаммофоску, содержащую 16 % азота, 16 – фосфора и 16 % калия (ГОСТ Р 51520). Согласно утвержденным методикам в опытах проводили наблюдения за влажностью грунтов термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268–89), температурой – термометрами Савинова (ГОСТ 25358–82). Наименьшую влагоемкость (НВ) грунтов определяли путем залива площадок (метод, описанный Вадюниной и Корчагиной, ГОСТ 28168–89), глубину оттаивания грунтов – металлическим щупом (ГОСТ 262062–84). Фенологические наблюдения за ростом и развитием многолетних трав вели по методике ГСУ.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Многолетним травам требуются повышенная влажность почвы в течение всего вегетационного периода. Наличие вечной мерзлоты на небольшой глубине от поверхности влияет на характер формирования режима влажности почвы.

Наши исследования на БНГКМ подтвердили, что влажность нарушенных грунтов в значительной степени зависит от количества осадков в течение вегетационного периода. В течение вегетационного периода 2008 г. выпало 123 мм осадков, 2010 г. – лишь 84 мм. Запасы общей влаги на контрольных делянках в слое 0,3 м в конце вегетации многолетних трав составили в 2008 г. – 115 мм, 2010 г. – 96,2 мм, т.е. на 18,8 мм меньше (16,3 %). Влажность грунтов под влиянием осадков существенно изменялась не только по годам, но и в течение вегетационного периода – от переувлажнения в ранневесенний и осенний периоды до ее дефицита летом (0,39 НВ) ( $r = 0,76$ ). Одна из основных причин неустойчивого режима влажности грунтов – ее низкая влагоемкость (табл. 1). Она обусловлена легким гранулометрическим составом изучаемых грунтов [16].

Для всех лет исследований влажность грунтов перед замерзанием была близка к полной влагоемкости (0,87–0,99 ПВ). Связано это с близким залеганием мерзлоты ( $r = 0,65$ ).

Мерзлота в условиях Крайнего Севера оказывает влияние на режим влажности, в значительной степени являясь ее регулятором. В то время, когда осадков выпадает мало, она становится барьером для пере-

движения влаги в нижележащие слои. Атмосферная вода в течение долгого времени держится на уровне корнеобитаемого слоя, обеспечивая растения влагой на минимальном уровне. При большом количестве выпадения атмосферных осадков влажность корнеобитаемого слоя возрастает до верхнего предела оптимальных запасов, несмотря на легкий гранулометрический состав грунтов.

На влажность грунтов значительное влияние оказывает также уровень минерального питания. Минимальные различия по вариантам опыта с нормами минеральных удобрений отмечены в период его закладки (1,0–1,4 мм). На следующий год в конце вегетации трав снижение содержания влаги в слое 0,3 м по сравнению с контролем составило на фоне  $N_{90}P_{90}K_{90}$  0,9 мм,  $N_{150}P_{150}K_{150}$  и  $N_{210}P_{210}K_{210}$  – соответственно 5,3 и 5,0 мм. Максимальное снижение запасов влаги в слое 0,3 м (8,0 мм) установлено при внесении самой большой нормы удобрений. На делянках с данной нормой сформировался более выровненный режим влажности, обусловленный водопотреблением многолетних трав. Под травами практически постоянно сохраняется высокая емкость поглощения осадков, поэтому под ними не бывает длительного переувлажнения во влажные периоды года.

Определение влажности грунтов в опыте по изучению норм высева рекультивационной травосмеси подтвердило ее зависимость от густоты стояния растений (табл. 2) ( $r = 0,69$ ). Количественно эта зависимость выражается слабее, чем от уровня минерального питания.

Таблица 1

Запасы общей влаги в слое 0,2 м (Бованенково), мм

Вариант опыта	Дата определения						
	9.08.2007	3.08.2008	14.09.2008	11.08.2009	11.09.2009	13.08.2010	12.09.2010
Контроль	53,1	31,3	75,3	36,5	69,6	36,5	63,6
$N_{90}P_{90}K_{90}$	52,6	30,9	74,4	36,0	69,8	35,0	64,8
$N_{150}P_{150}K_{150}$	51,5	29,7	75,0	35,8	67,1	34,8	63,1
$N_{210}P_{210}K_{210}$	52,2	30,2	75,3	35,5	64,3	35,5	61,3

Таблица 2

**Запасы общей влаги в слое грунтов 0,2 м  
в зависимости от норм высева многолетних трав (Бованенково), мм**

Норма высева, кг/га	Дата определения						
	10.08.2007	3.08.2008	14.09.2008	11.08.2009	01.09.2009	13.08.2010	02.09.2010
40	52,9	31,9	72,5	36,6	49,4	35,5	67,6
120	52,3	32,8	70,8	36,3	48,8	37,0	68,8
280	48,5	30,6	72,5	35,5	44,9	36,8	67,1

Таблица 3

**Запасы общей влаги в слое 0,3 м песчаных грунтов  
при использовании торфяных биоматов (Салехард), мм**

Вариант опыта	Дата определения							
	30.07.2008	12.09.2008	1.07.2009	2.08.2009	2.09.2009	2.07.2010	5.08.2010	2.09.2010
Контроль	49,8	58,5	48,2	54,0	50,3	41,2	53,0	57,3
N <sub>160</sub> P <sub>160</sub> K <sub>160</sub>	50,1	58,7	48,8	55,6	51,9	42,8	58,6	54,9
БМТ + N <sub>160</sub> P <sub>160</sub> K <sub>160</sub>	49,7	60,9	49,8	55,4	54,1	49,8	62,4	60,1

При всех нормах высева трав установлено закономерное повышение влажности грунтов сверху вниз, которое достигает своего максимума на границе талого и мерзлого слоев. В этой зоне влажность практически всегда не опускается ниже наименьшей влагоемкости. В отдельные периоды, особенно когда выпадают осадки ливневого характера, влажность достигает полной влагоемкости.

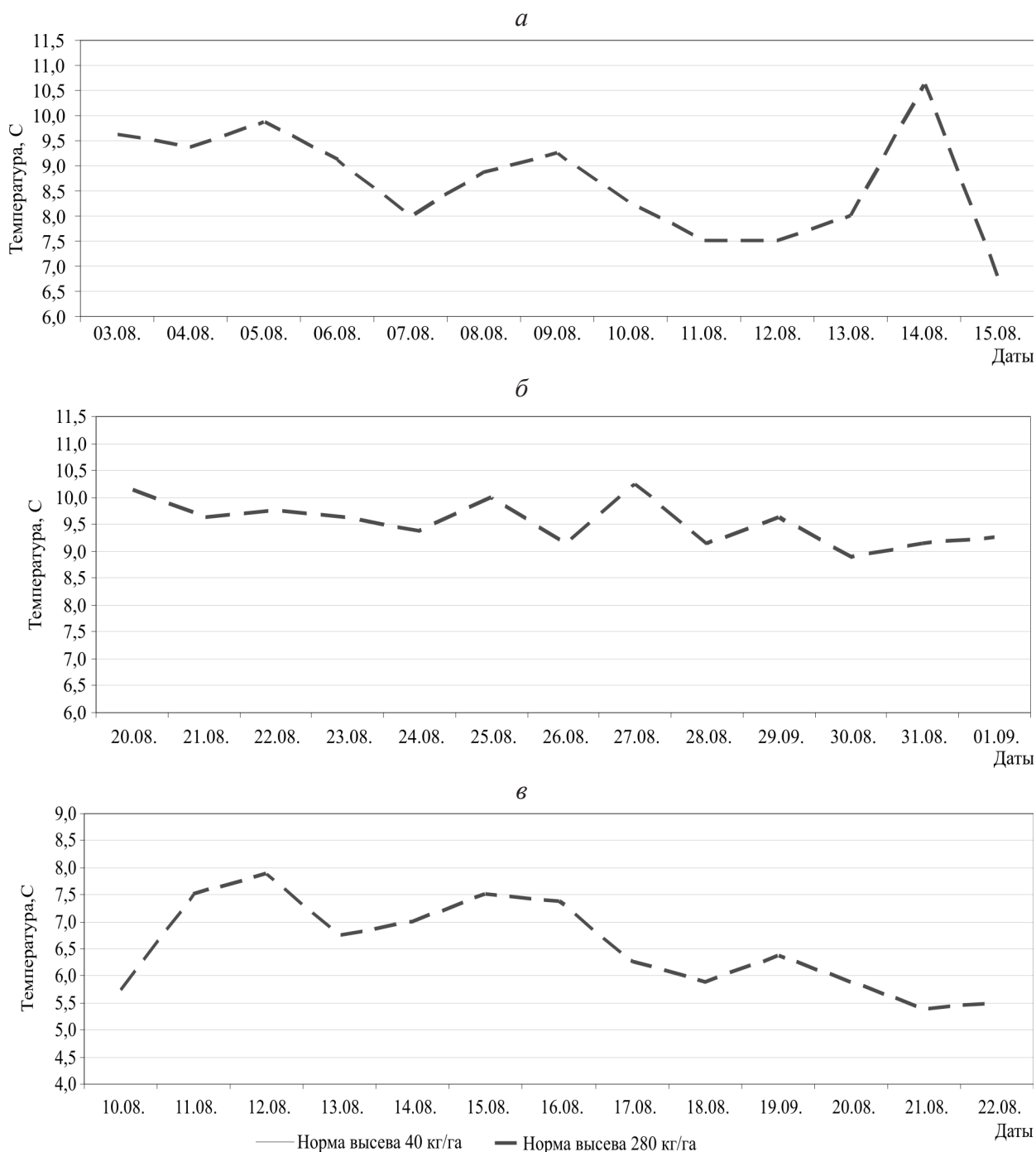
Медленное проведение работ по биологической рекультивации нарушенных земель, как отмечалось ранее, объясняется их неблагоприятными свойствами. К их числу относится чрезмерно низкая водоудерживающая способность. В связи с этим необходимо изучать различные агромелиоративные приемы по повышению влагоемкости грунтов.

В условиях Крайнего Севера имеются огромные ресурсы торфа, который можно использовать для создания плодородного слоя. Известно, что торф обладает высокой водоудерживающей способностью. Его применение для биологической рекультивации

связано с организационными трудностями (заготовка только зимой экскаваторным способом, доставка и внесение). Эти проблемы можно успешно решить, если готовить на промышленных предприятиях торфяные биоматы. Сразу после их укладки на почве достигается укрепительный эффект, обеспечивается равномерность внесения органических удобрений.

Проведенные нами исследования позволили установить влияние торфяных биоматов (БМТ) на влажность песчаных грунтов. Так, перед укладкой матов влажность слоя 0,3 м песчаного грунта составляла 49,8 мм (0,7 НВ). Через 1,5 мес после выпадения осадков на контрольном варианте влажность составила 81 % НВ. При использовании БМТ влажность возросла до 98 % от НВ, т.е. увеличилась на 17 % (табл. 3).

Важно подчеркнуть, что на делянках без укладки торфяных биоматов содержание влаги увеличивается сверху вниз. На варианте опыта с применением БМТ, напротив,



Температура слоя 0,2 м при различных нормах высева семян многолетних трав (Бованенково):  
*а* – 2008 г; *б* – 2009 г; *в* – 2010 г.

максимальное ее содержание в корнеобитаемом слое наблюдалось вверху (0–10 см). Торф, содержащийся в матах, задерживает в себе влагу, создавая более благоприятные условия увлажнения для появления всходов многолетних трав, их роста и развития [17]. Учеты густоты стояния многолетних трав в течение трех лет подтвердили этот вывод.

В основные фазы развития многолетних трав второго года жизни влажность грунтов на контрольных делянках составляла около 0,7 НВ, при использовании БМТ – около 0,8 НВ. Замечено, что в сухие периоды различия по влажности между вариантами сокращались, однако оставались около 10 %.

В течение вегетационного периода 2010 г. выпало максимальное количество осадков – 340 мм. В этот период под многолетними травами третьего года жизни влажность в слое 0,3 м на контрольных делянках изменялась от 0,57 до 0,80 НВ. На варианте с БМТ она увеличивалась до 0,69–0,84 НВ.

Наблюдения за температурой намывного грунта в карьере проводились нами под многолетними травами, посеянными с нормами 40 и 280 кг семян/га. Установлено, что в среднем за 3 года при норме высева 40 кг семян/га температура грунта на глубине 5 см составила 9,2 °С, 10 – 8,8 °С, 15 – 8,4 °С и 20 см – 7,9 °С [16].

Практически во все сроки наблюдения в течение вегетационного периода температура была ниже оптимальной для роста и развития трав. Максимальное значение температуры не превышало 11,5 °С. При норме высева семян 280 кг/га за этот же период температура грунта была ниже на 0,2–0,4 °С (см. рисунок).

Средние коэффициенты корреляции между температурой воздуха и грунта ( $r$ ) за трехлетний период при минимальной норме высева составили на глубине 5 см 0,71, 10 – 0,69, 15 – 0,54, 20 см 0,50. Аналогичная связь по профилю установлена и при максимальной норме высева. Количественно на глубине 5 и 10 см она несколько ниже – соответственно 0,67 и 0,63. На глубинах 15 и 20 см на обоих вариантах опыта в среднем за 3 года коэффициенты корреляции не различались между собой.

В годы исследований среднесуточная температура воздуха существенно различалась. В 2008 г. ее среднее значение за период наблюдений составило 10,8 °С, 2009 г. – 11,3 °С, 2010 г. – лишь 7,6 °С. В результате резких колебаний температуры воздуха значительно изменялась и температура почвы. На делянках с нормой высева семян 40 кг/га на глубине 5 см средняя температура грунта в 2008 г. составила 9,8 °С, 10 см – 9,1 °С, 15 – 8,6 °С, 20 см – 8,2 °С. В 2009 г. при среднесуточной температуре воздуха 11,3 °С на этом варианте температура возросла по глубинам соответственно

до 10,6; 10,3; 9,8 и 9,1 °С. Самым холодным оказался вегетационный период 2010 г., когда среднесуточная температура воздуха составила лишь 7,6 °С, что на 0,9 ниже многолетней нормы. В результате температура грунта снизилась на глубине 5 см до 7,2 °С, 10 – 7,1 °С, 15 – 6,8 °С и 20 см до 6,5 °С. В 2010 г. температура почвы во все сроки определения ни разу не превысила 10 °С. В таких жестких условиях период от посева многолетних трав до появления всходов составил 20–25 дней. В зиму они уходили, не закончив фазу кущения.

Известно, что температура почвы существенно зависит не только от температуры воздуха, но и от состояния ее поверхности. В нашем опыте речь идет о влиянии густоты стояния многолетних трав на температурный режим намывных грунтов. Результаты наблюдений за температурой указывают на то, что ее значение зависит от нормы высева. В среднем за 3 года исследований температура слоя грунта 0,2 м при норме высева семян 40 кг/га составила 8,6 °С, 280 кг/га – 8,2 °С. Максимальные различия в прогревании грунта установлены на глубине 10–20 см. На глубине 0–10 см в среднем за 3 года исследований превышение температуры составило 0,3 °С, 10–20 см – 0,4 °С. Максимальные различия (соответственно 0,4 и 0,5 °С) установлены в 2009 г. при самых высоких температурах воздуха. При низких температурах воздуха различия по прогреванию грунтов в целом по профилю 0,2 м сохранялись, но существенной дифференциации между верхней и нижней частью корнеобитаемого слоя не отмечено. В 2010 г. различия между верхней и нижней частью корнеобитаемого слоя (0,2 м) составили соответственно 0,4 и 0,5 °С. Снижение температуры грунта на варианте с нормой высева семян 280 кг/га по сравнению с ее минимальной нормой (40 кг/га) обусловлена большим количеством числа стеблей многолетних трав (табл. 4). Увеличение густоты стояния многолетних трав приводит к сокращению потока тепла на поверхность грунта.

Таблица 4

Густота стояния многолетних трав в зависимости от норм высева, шт./м <sup>2</sup>			
Год	Норма высева, кг/га		Увеличение густоты стояния, %
	40	280	
2008	920	1580	71,7
2009	1121	1609	43,5
2010	1011	1598	58,1
Средне за 3 года	1017	1596	56,9

Растительный покров, затеняя поверхность почвы, в дневные часы уменьшает поток тепла, а ночью сохраняет накопленное дневное тепло. Загущенные посевы многолетних трав более активно высушивают почву путем усиленного поглощения влаги, уменьшают ее теплоемкость и расходуют тепло на создание растительных тканей. В результате расходуется почвенное тепло. Это приводит к тому, что почва, покрытая густой растительностью, имеет более низкую температуру, чем почва с изреженным почвенным покровом.

В результате трехлетних исследований нами установлено, что глубина оттаивания грунтов практически не зависела от нормы высева многолетних трав (табл. 5). Определяющую роль играла среднесуточная температура воздуха.

Этот вывод подтверждается коэффициентом корреляции ( $r$ ) между температурой воздуха в течение вегетационного периода

и величиной оттаивания грунта, который составил 0,81 на делянках с нормой высева семян 40 кг/га и 0,90 – 280 кг/га.

Нарушенные грунты в карьерах Крайнего Севера имеют неудовлетворительный водно-тепловой режим. Успешными агро-мелиоративными приемами для их биологической рекультивации является применение повышенных доз минеральных удобрений ( $N_{90-160}P_{90-160}K_{90-160}$ ) в чистом виде или в сочетании с торфяными биоматами, а также высоких норм высева многолетних трав (120 кг семян/га), учитывая низкую кустистость их в жестких почвенно-климатических условиях Крайнего Севера.

## ВЫВОДЫ

1. Влажность грунтов под влиянием осадков изменяется в течение вегетационного периода от переувлажнения в ранневесенний и осенний периоды до ее дефицита летом (снижение до 0,39 НВ в слое 0,3 м).

Таблица 5

Глубина оттаивания грунта в зависимости от нормы высева семян многолетних трав и температуры воздуха (Бованенково)

Год	Норма высева семян, кг/га			
	40		280	
	Температура воздуха, °С	Глубина оттаивания, см	Температура воздуха, °С	Глубина оттаивания, см
2008	8,9	54	8,9	53
2009	8,5	49	8,5	48
2010	6,3	47	6,3	44

Мерзлота в условиях Крайнего Севера является регулятором влажности грунтов. Она обеспечивает растения влагой при дефиците выпадения осадков. При большом количестве осадков влажность грунта возрастает до верхнего предела оптимума (0,9 НВ) и выше, несмотря на его легкий гранулометрический состав.

2. Под многолетними травами в корнеобитаемом слое практически всегда сохраняется высокая емкость поглощения осадков (20–25 мм), поэтому под ними не бывает длительного переувлажнения. Применение торфяных биоматов повышает содержание влаги в слое 0,2 м на 10–17 %.

3. Грунты в карьерах Крайнего Севера имеют неудовлетворительный температурный режим для произрастания многолетних трав. Температура в слое грунта 0,2 м под многолетними травами в течение вегетационного периода не превышает 7,9–9,2 °С. Глубоко промерзшие грунты медленно оттаивают, что сдерживает их прогревание. Глубина оттаивания грунтов составляет 44–45 см и не зависит от норм высева многолетних трав.

4. Создание устойчивых фитоценозов многолетних трав на Крайнем Севере с целью снижения протаивания грунтов возможно при использовании повышенных доз минеральных удобрений ( $N_{90-160}P_{90-160}K_{90-160}$ ) в чистом виде или в сочетании с торфяными биоматами. В условиях Крайнего Севера оптимальная густота растительного покрова достигается при норме высева семян многолетних трав 120 кг/га.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Моторин А.С., Игловиков А.В.** Развитие искусственно созданного на биологическом этапе рекультивации фитоценоза в условиях Крайнего Севера // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2015. – № 6. – С. 50–56.
2. **Трофимов В.Т.** Полуостров Ямал. – М.: Изд-во. МГУ, 1975. – 277 с.
3. **Игловиков А.В.** Биологическая рекультивация карьеров в условиях Крайнего Севера: дис. ... канд. с.-х.н. наук. – Барнаул, 2012.
4. **Коровин А.И.** Температура почвы и растения на Севере.– Петрозаводск.: Госиздат, 1961. – 81 с.
5. **Павлова Р.С., Крапивко Е.Д.** Действие минеральных удобрений на сенокосах и пастбищах Карелии // Материалы научно-методического совещания географической сети опытов с удобрениями в 1972 г. – М., 1975. – С. 319–324.
6. **Люндегорд Г.** Влияние климата и почвы на жизнь растений / пер. с нем. проф. В.И. Эдельштейна. – М.: Сельхозгиз, 1937. – 387 с.
7. **Игловиков А.В., Денисов А.А.** Динамика развития искусственно созданного покрова в условиях Крайнего Севера после проведения биологического этапа рекультивации // Вестн. ГАУ Северного Зауралья. – 2014. – № 3 (26). – С. 57–61.
8. **Арчегова И.Б., Дегтева С.В., Евдокимова Т.В., Кузнецова Е.Г.** Концепция природовосстановления нарушенных экосистем Севера // Республика Коми: экономическая стратегия вхождения в XXI век: материалы науч. конф. – Сыктывкар, 1996. – С. 135–138.
9. **Лиханова И.А., Арчегова И.Б., Хабибуллина Ф.М.** Восстановление лесных экосистем на антропогенно нарушенных территориях подзоны крайнесеверной тайги Европейского северо-востока России. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 103 с.
10. **Шульгин А.М.** Климат почвы и его регулирование. – Л.: Гидромет, 1967. – 302 с.
11. **Моторин А.С.** Плодородие торфяных почв Западной Сибири. – Новосибирск, 1999. – 284 с.
12. **Моторин А.С.** Особенности температурного режима торфяных почв Северного Зауралья // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2015. – № 2. – С. 13–21.
13. **Iglovikov A.V.** The development of artificial Phytocenosis in Environmental Construction in the far North. // Procedia Engineering. – 2016. –Vol. 165. – P. 800–805.
14. **Eremin D., Eremina D.** Influence of granulometric composition structure of anthropogenic- reformed soil on ecology of infrastructure // Procedia Engineering. 2016. – N. 165. – P. 788–793.



15. **Тихановский А.Н.** Теория и практика применения удобрений на почвах Крайнего Севера. – М.: Научный консультант, 2015–273 с.
16. **Motorin A.S., Bukin A.V.** The water regime of the long-seasonally-frozen peat soils of the Northern Trans-Ural // MATEC Web of Conferences 106, 02030, 2017.
17. **Игловиков А.В.** Изменение температурного режима земель Крайнего Севера при техногенном нарушении почвенно-растительного покрова // Аграр. вестн. Урала. – 2011. – № 7. – С. 52–55.
8. **Archeгова I.B., Degteva S.V., Evdokimova T.V., Kuznetsova E.G.** Kontseptsiya prirodovosstanovleniya narushennykh ekosistem Severa // Respublika Komi: ekonomicheskaya strategiya vkhozheniya v XXI vek: materialy nauch. konf. – Syktyvkar, 1996. – S. 135–138.
9. **Likhanova I.A., Archeгова I.B., Khabibullina F.M.** Vosstanovlenie lesnykh ekosistem na antropogenno narushennykh territoriyakh podzony krainesevernoi taigi Evropeiskogo severo-vostoka Rossii. – Ekaterinburg: UrO RAN, 2006. – 103 s.

#### REFERENCES

1. **Motorin A.S., Igl'ovikov A.V.** Razvitie iskusstvenno sozdannogo na biologicheskom etape rekul'tivatsii fitotsenoza v usloviyakh Krainego Severa // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2015. – N 6. – S. 50–56.
2. **Trofimov V.T.** Poluostrov Yamal. – M.: Izdvo. MGU, 1975. – 277 s.
3. **Igl'ovikov A.V.** Biologicheskaya rekul'tivatsiya kar'erov v usloviyakh Krainego Severa: dis. kand. s.-kh. n. nauk. – Barnaul, 2012.
4. **Korovin A.I.** Temperatura pochvy i rasteniya na Severe. – Petrozavodsk.: Gosizdat, 1961. – 81 s.
5. **Pavlova R.S., Krapivko E.D.** Deistvie mineral'nykh udobrenii na senokosakh i pastbishchakh Karelii // Materialy nauchno-metodicheskogo soveshchaniya geograficheskoi seti opytov s udobreniyami v 1972 g. – M., 1975. – S. 319–324.
6. **Lyundegord G.** Vliyanie klimata i pochvy na zhizn' rastenii / per. s nem. prof. V.I. Edel'shteina. – M.: Sel'khozgiz, 1937. – 387 s.
7. **Igl'ovikov A.V., Denisov A.A.** Dinamika razvitiya iskusstvenno sozdannogo pokrova v usloviyakh Krainego Severa posle provedeniya biologicheskogo etapa rekul'tivatsii // Vestn. GAU Severnogo Zaural'ya. – 2014. – N 3 (26). – S. 57–61.
10. **Shul'gin A.M.** Klimat pochvy i ego regulirovanie. – L.: Gidromet, 1967. – 302 s. 11. **Motorin A.S.** Plodorodie torfyanykh pochv Zapadnoi Sibiri. – Novosibirsk, 1999. – 284 s.
12. **Motorin A.S.** Osobennosti temperatur'nogo rezhima torfyanykh pochv Severnogo Zaural'ya // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2015. – N 2. – S. 13–21.
13. **Igl'ovikov A.V.** The development of artificial Phytocenosis in Environmental Construction in the far North. // Procedia Engineering. – 2016. – Vol. 165. – P. 800–805.
14. **Eremin D., Eremina D.** Influence of granulometric composition structure of anthropogenic-reformed soil on ecology of infrastructure // Procedia Engineering. 2016. – N. 165. – P. 788–793.
15. **Tikhanovskii A.N.** Teoriya i praktika primeneniya udobrenii na pochvakh Krainego Severa. – M.: Nauchnyi konsul'tant, 2015 – 273 s.
16. **Motorin A.S., Bukin A.V.** The water regime of the long-seasonally-frozen peat soils of the Northern Trans-Ural // MATEC Web of Conferences 106, 02030, 2017.
17. **Igl'ovikov A.V.** Izmenenie temperaturnogo rezhima zemel' Krainego Severa pri tekhnogennom narushenii pochvenno-rastitel'nogo pokrova // Аграр. вестн. Урала. – 2011. – N 7. – S. 52–55.

**METHODS FOR OPTIMIZING WATER AND THERMAL REGIMES  
OF DISTURBED SOILS UNDER CONDITIONS OF THE FAR NORTH**

**A.V. IGLOVIKOV, Candidate of Science in Agriculture,  
Director of Agrotechnological Institute**  
*Northern Trans-Ural State Agricultural University*  
*7, Respubliki St, Tyumen, 625003, Russia*  
e-mail: an.iglovikov@mail.ru

Results are given from long-term (2007–2010) studies on water and thermal regimes of disturbed soils and methods for their optimization under conditions of the Far North. It has been found that the moisture content of disturbed soils considerably depends on total precipitation during the vegetation period. Permafrost in the Far North affects the moisture regime, and largely regulates it. At low precipitation (84 mm) during the vegetation period, permafrost is a barrier for moisture to travel to the layers below, and atmospheric water is kept for a long time in the root layer providing plants with minimum moisture. At heavy precipitation (123 mm), the moisture of the root layer increases to the upper limit of the optimal reserves (0.87–0.99 MWC) despite the light granulometric composition of soils. The use of peat-mats contributes to more favorable moisture conditions for perennial grasses to emerge and grow by increasing moisture content in the 0.2 m soil layer by 10–17%. Plant cover, due to its low thermal conductivity, retards and reduces heat exchange between the soil and the atmosphere. As a result, the depths of soil thawing under plant cover decrease (44 cm) as compared to bare sites (54 cm). The establishment of sustainable phytocenoses of perennial grasses in the Far North with the purpose of reducing soil thawing is effective when using higher doses of mineral fertilizers ( $N_{90-160} P_{90-160} K_{90-160}$ ) just as they are or in combination with peat-mats. Under conditions of the Far North, the optimal densities of plant cover are achieved at seeding rate of 120 kg/ha.

**Keywords:** bioreclamation, perennial grasses, disturbed soils, minimum water capacity, plant cover.

*Поступила в редакцию 02.10.2017*

---