

ПРИМЕНЕНИЕ ИГЛОПРОБИВНЫХ И НИТЕПРОШИВНЫХ БИОМАТОВ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ОТКОСОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Канд. с.-х. наук **С.И. Костенко**,
канд. экон. наук **М.Е. Рабинер**
(ФГБНУ ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса),
инженер **С.Ю. Розов**
(ФАУ «РОСДОРНИИ»)
Контактная информация: rozov@rosdornii.ru

Для защиты открытого грунта от эрозионных процессов все чаще используются биоматы различных конструкций. Наиболее широко применяются иглопробивные и нитепрошивные биоматы. Главное отличие биоматов от других схожих конструкций заключается в использовании исключительно биоразлагаемых материалов. Проведено сравнение биоматов, изготовленных различными способами для разных целей (рекультивация, задернение обочин и откосов автомобильных дорог, озеленение и т.п.).

Ключевые слова: биомат, рекультивация, защита от эрозии, откосы автомобильных дорог.

Откосы земляного полотна автомобильных дорог являются одним из уязвимых элементов, подверженных воздействию погодноклиматических факторов. Особое место при этом занимает водная эрозия, т.е. разрушение верхних наиболее плодородных горизонтов почв в результате действия (чаще всего) жидких осадков и талых вод.

На основании данных АБДД «Дорога» (ФАУ «РОСДОРНИИ») установлено, что более 30% общего протяжения федеральных автомобильных дорог ежегодно требуют профилактического ремонта при проведении работ по содержанию земляного полотна. Состояние откосов земляного полотна федеральных автомобильных дорог в целом по России, а также по Европейской и Азиатской частям представлена на **рис. 1**, что наглядно подтверждает необходимость проведения профилактического ремонта. Поэтому к первоочередным задачам, стоящим перед специалистами-дорожниками, относят восстановление (при содержании дорог) или создание (при строительстве, ремонте дорог) устойчивого растительного покрова на откосах земляного полотна автомобильных дорог.

Основные трудности при озеленении откосов возникают из-за недостаточного увлажнения вследствие быстрого стекания воды и неравномерного прогрева насыпи, отличающегося на 10 и более градусов как при южной, так и при северной ориентации откосов. Кроме того, использование в качестве тела сооружения скального и/или песчаного грунтов, крайне бедных питательными веществами и обладающих низкими адсорбционными возможностями, значительно затрудняет нормальное обеспечение растительного покрова питательными веществами и влагой.

По истечении зимнего периода из-за использования противогололедных реагентов и песка ухудшается состояние растительности. Весной песок зачастую покрывает верхнюю часть откоса насыпи на 2-5 см, что препятствует нормальному прорастанию травянистых растений.

Для укрепления откосов различных линейных транспортных сооружений в России широко используют травосмеси.

Однако на откосах земляного полотна и других наклонных поверхностях задача создания устойчивого дернового защитного покрытия усложняется из-за постоянно протекающих техногенных и/или естественных процессов смыва, т.е. водной эрозии по сравнению с ровными горизонтальными участками. Поэтому удержать семена травосмеси на поверхности откоса, до их прорастания, при создании устойчивого растительного дернового покрова, не всегда представляется возможным.

С этой целью для защиты откосов земляного полотна от эрозионных процессов все чаще используются иглопробивные и нитепрошивные биоматы.

В настоящее время под термином биомат, как правило, подразумевается объемная конструкция, состоящая из нескольких слоев, которые обеспечивают защиту грунтовых поверхностей от неблагоприятных воздействий внешней среды и гарантируют появление плотного растительного покрова. При этом в составе биоматов не должны использоваться минеральные, металлические или иные материалы, чуждые окружающей среде и не способные к разложению в природных условиях.

Положительным свойством биомата следует считать такое состояние откоса, когда на нем присутствует достаточно плотный травостой, обеспечивающий создание крепкой долговременной дернины, и отсутствуют повреждения откоса в результате эрозионных процессов (промоины, смещения грунта, оползни и т.д.).

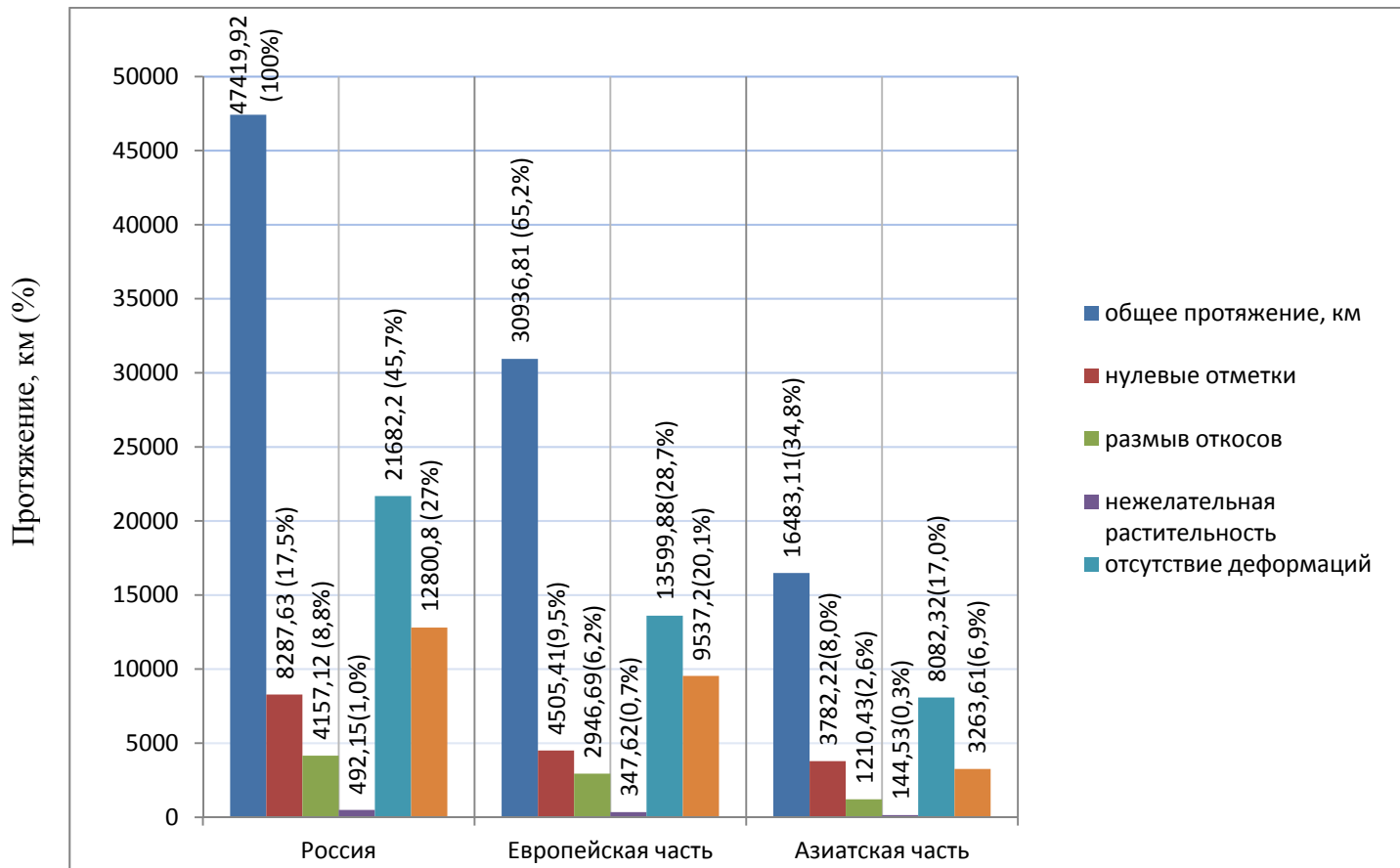


Рис. 1. Состояние откосов земляного полотна федеральных автомобильных дорог

К преимуществам также можно отнести долговременный характер эффекта от использования конкретного биомата и его экологичность – отсутствие по истечении времени посторонних для данной местности неразлагаемых веществ как минерального, так и органического происхождения.

Исходя из установленных требований к качеству состояния откосов земляного полотна, а также на основании произведенных аналитических исследований предложены следующие основные критерии выбора оптимальной конструкции (тип, марка, сорт, состав и т.п.) биомата:

- конструктивные особенности (прошивной или пробивной способ изготовления, наличие различных сеток или иных структурных элементов, отвечающих за устойчивость конструкции на откосах, использование биоразлагаемых или инертных материалов);
- использование семян (вид, сорт), адаптированных к местным условиям;
- использование добавок, минеральных и органических удобрений с учетом местных условий и состава грунта;
- технология укладки биоматов, зависящая от географического местонахождения участка;
- сроки укладки биомата, определяемые местностью, целями, конструкцией биомата, используемыми семенами;
- применяемые дорожно-эксплуатационные материалы при содержании автомобильных дорог (противогололедные, моющие, обеспыливающие, гербициды и т.п.).

Принципиальная структура биомата приведена на **рис. 2**.

Биоматы, предназначенные для укрепления дорожных откосов, позволяют защитить их от эрозии еще до прорастания семян, а после образования дернины начинают разлагаться и используются растениями в качестве питательных веществ. Культурный посев в полосе отвода многолетних трав способствует оздоровлению местности, предотвращает негативные проявления водной эрозии и дефляции почв. В целом технологический процесс поверхностного улучшения откосов и прилегающих земельных участков не только улучшает эстетически-оздоровительные условия вдоль автомобильных дорог, но и способствует обеспечению безопасного дорожного движения.

Для оценки возможности применения биоматов ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса» и ФАУ «РОСДОРНИИ» по заданию Федерального дорожного агентства (Росавтодор) в 2011-2014 гг. провели натурные исследования.

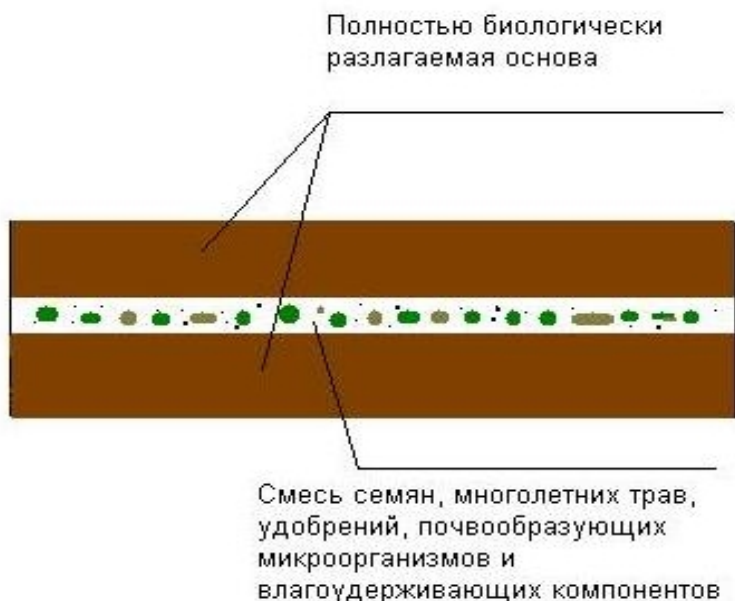


Рис. 2. Принципиальная структура биомата

В ходе данных исследований по защите грунтовых поверхностей и восстановлению почвенно-растительного слоя в различных регионах страны (2009-2013 гг.) были проведены первые опыты по применению биоматов с целью рекультивации площадей. Исследования проводились по общепринятым методикам [1,2], при этом лабораторные исследования – на базе ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса», а полевые опыты – в различных районах Московской области (гг. Лобня, Долгопрудный, Бронницы), в Воронежской, Курской Тюменской областях, на о. Сахалин, в Забайкальском крае. При широкомасштабных испытаниях биоматов с различными составами травосмесей руководствовались результатами сравнительных испытаний сортов трав, полученными ранее при проведении опытных работ по укреплению откосов [3]. Исследования проводились с биоматами, изготовленными иглопробивным и нитепрошивным способами [4,5].

При этом в качестве образца нитепрошивного типа (НП) применялся наиболее часто используемый биомат производства ООО «НПО «Промкомпозит» [1], изготовленный по ТУ 8397-005-88914050-2009. Структура используемого биомата представлена на **рис. 2**.

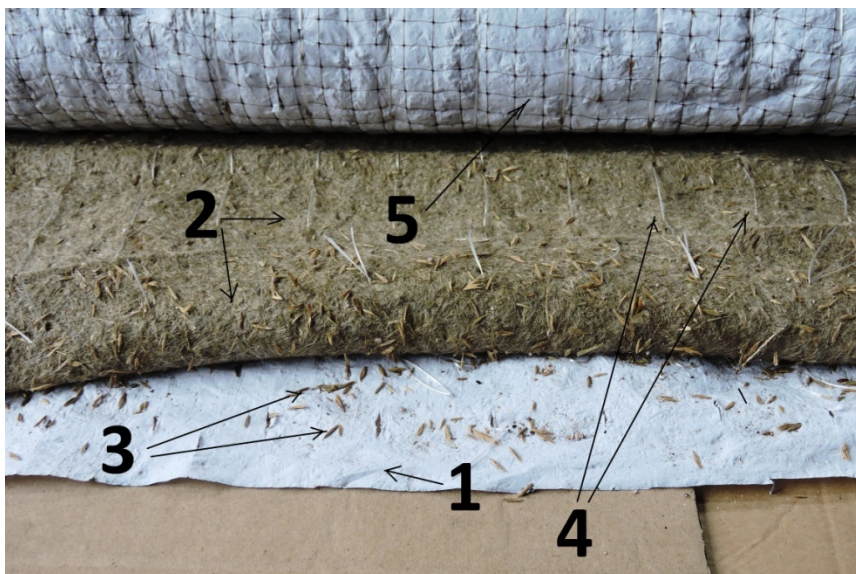


Рис. 2. Нитепрошивные биоматы:

1 – многослойная бумага; 2 – льняное полотно; 3 – травосмесь, удобрения и добавки; 4 – льняные нити; 5 – биоразлагаемая сетка

Конструктивные слои этих биоматов включают:

- основу – льняное полотно (без синтетических примесей) и специальную многослойную бумагу; тонкую биоразлагаемую сетку, при помощи которой закрывают льняное полотно, и бумагу, уложенную снизу и сверху (для повышения прочности всего изделия), прошивая льняными или полипропиленовыми из нестабилизированного материала нитями, с шагом стежка 5 см;
- слой из травосмеси (5-6 видом семян многолетних трав), органоминеральных удобрений и специальных добавок между льняным полотном и бумагой.

В качестве иглопробивного (ИП) биомата испытывался образец из двух льняных полотен и внутреннего слоя из семян, удобрений и некоторых специфических добавок. Образец был изготовлен путем скрепления на иглопробивных машинах по ТУ 8397-001-77491391-2006. Кроме того, испытывались различные способы расположения игл и различные способы укладки биоматов.

В ходе ранее проведенных лабораторных опытов удалось установить, что нетканые маты, изготовленные из льняного полотна, обладают низкой смачиваемостью и соответственно низкой скоростью просачива-

ния или проникновения в мат воды. По сравнению с фильтровальной бумагой эта скорость была ниже в 30-50 и более раз (в зависимости от завода-изготовителя льняного холста и конкретной партии).

Если слой льна оказывается снизу, то семена при этом изолируются от влаги, содержащейся в грунте, что наблюдается при расстилке нитепрошивных биоматов льняным слоем вниз, а бумажным вверх, или использовании иглопробивных биоматов, у которых лен находится с двух сторон от семян. Вследствие этого при защите откосов автомобильных дорог дождевая влага зачастую скатывается с такого полотна, находящегося сверху биомата, не проникая к семенам и к грунту. Это имеет, с одной стороны, положительный эффект при защите рыхлых грунтов в зонах с большим количеством осадков и, с другой стороны, отрицательный эффект при укладке биоматов в зонах с недостаточным количеством влаги. На горизонтальных участках фиксировалась зональная смачиваемость иглопробивного биомата в микровпадинах, в которых наблюдалось более энергичное прорастание семян. Получить нормальные всходы при использовании таких биоматов удается зачастую только при дополнительном, регулярном орошении небольшими дозами воды (до 10 л/м²). Иногда положительный эффект достигается при присыпке этих биоматов тонким слоем грунта. В зонах, где осадки выпадают в достаточном количестве, это не является существенным препятствием для их использования (о. Сахалин, Дальний Восток, Северо-Западный регион России).

Проведенные экспериментальные исследования в производственных условиях позволили сделать следующие выводы:

1. Нитепрошивные биоматы (НП) отечественного производства (ТУ 8397-005-88914050-2009) за счет применения в структуре материала двух биоразлагаемых сеток и непосредственно нитей, обладают значительно большей сопротивляемостью к разрывным нагрузкам (до 4,5 кН/м, по сравнению с 2,4 кН/м в иглопробивном биомате), что позволяет использовать их на достаточно крутых откосах (более 1:1,5) без дополнительных укрепляющих элементов (сетки, решетки).
2. В нитепрошивных биоматах нижний конструкционный слой сделан из специальной многослойной бумаги с повышенной водопроницаемостью. В иглопробивных биоматах в качестве нижнего слоя используется нетканое льняное полотно. При испытаниях в лабораторных и полевых условиях отмечена крайне низкая способность льняного полотна проводить влагу от почвы к семенам, находящимся в среднем слое, в результате чего наблюдалось существенное увеличение времени от укладки биоматов, изготовленными иглопробивным способом, до появления всхо-

дов. В среднем такое увеличение времени при использовании льняного полотна доходило до 20-30 сут. При укладке в северных регионах или в периоды без осадков во многих случаях прорастания семян не происходило. Для успешного получения всходов требовалось присыпать уложенный иглопробивной биомат слоем мелкокомковатого грунта толщиной 2-4 см или обеспечивать частый полив водой небольшими дозами. Биоматы, изготовленные нитепрошивным способом, были менее чувствительны к недостатку влаги и позволяли получить более густые всходы и в более ранние сроки.

3. При изготовлении биоматов иглопробивным способом (ИП) (ТУ 8397-005-88914050-2009) часть используемых семян трав (особенно крупных семян – овсяницы луговой, райграсов, костреца, пырея и др.) оказывается поврежденной иглами. Количество поврежденных семян, в зависимости от режима работы и конфигурации расположения игл, доходит до 5-10% от общего количества, что соответственно снижает эффективность биомата и требует дополнительного внесения семян с доведением их количества до расчетного показателя. При испытании биоматов с различными составами травосмесей руководствовались результатами сравнительных испытаний сортов трав, полученных ранее при проведении опытов по укреплению откосов автомобильных дорог [3].
4. Биоматы, изготавливаемые нитепрошивным способом, на 35-40% легче иглопробивных и соответственно более экономичны при транспортировке, хранении и укладке.
5. На горизонтальных поверхностях полосы отвода лучшие результаты достигаются при использовании иглопробивных биоматов. Этому способствует более равномерное распределение семян в толще биомата и при отсутствии потерь при транспортно-погрузочных работах.
6. Семена в нитепрошивных биоматах могут перемещаться между слоем бумаги и льна, что иногда приводит к появлению проплешин, что вполне допустимо для целей рекультивации, так как благодаря обязательному включению в состав травосмеси семян видов с корневищным типом кущения, такие проплешины зарастают приблизительно через 1-2 года.

В целом, на основе результатов производственных исследований можно отметить более высокую эффективность нитепрошивных биоматов по сравнению с биоматами, изготовленными иглопробивным способом, для целей рекультивации и защиты от эрозии грунтов откосов земляного полотна. Выявленные преимущества нитепрошивных биоматов

позволяют рекомендовать их к широкомасштабному применению, особенно в северных регионах со сложными почвенными условиями. Использование таких биоматов связано с меньшими временными затратами, менее сложным уходом в первоначальный период, при нормальном прорастании семян в условиях нехватки влаги, создании более крепкого покрытия в первые годы после укладки, меньшими трудностями при подготовке почвы. В отдельных регионах такие биоматы показали отличные результаты даже при зимнем или подзимнем применении. Сравнительные свойства биоматов приведены в **табл. 1**.

Таблица 1

Сравнительные свойства биоматов для укрепления откосов

№ n/n	Показатель	Тип биомата		Преимущества НП
		ИП	НП	
1	Водопроницаемость	низкая	удовлетворительная	+
2	Разрывная нагрузка, кН/м	2,4	4,5	+ 1,8 раза
3	Относительная всхожесть при равноценных агротехнических условиях	1,0	1,25 – 1,60	+ 25-60%
4	Повреждения и потери семян при изготовлении, транспортировке и применении биоматов, %	5-10%	0	+5-10%
5	Масса, кг/м ²	0,75-0,80	0,45-0,50	+1,6 раза
6	Стоимость, руб./м ²	от 110	от 115	- 1,05

Анализ **табл. 1** наглядно показывает техническое преимущество применения нитепрошивных биоматов для укрепления откосов земляного полотна автомобильных дорог перед иглопробивными.

Для целей озеленения, особенно объектов с повышенными требованиями по декоративности (площадки отдыха, мотели и т.п.), лучшие результаты получаются при использовании иглопробивных биоматов [4], хотя их применение требует больше затрат времени и средств. Для создания газонов паркового типа хорошие результаты показали и нитепрошивные биоматы.

Существенное влияние на эффективное применение биоматов оказывает правильный подбор состава семян в травосмесях в зависимости от региональных погодных-климатических условий [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Костенко С.И. Влияние видового и сортового состава травосмесей на устойчивость дерновых покрытий на склонах / С.И. Костенко, М.Е. Рабинер, С.Л. Мамулат, С.Ю. Розов, Ю.В. Болтрушевич // Журнал современных строительных технологий «Красная линия», выпуск «Дороги». – 2013. – № 70. – С. 56-57.
2. Методика опытов на сенокосах и пастбищах: Часть 2 / Под ред. В.Г. Игловикова, Н.С. Конюшкова; В.П. Мельничук и др. – М.: Всесоюзный научно-исследовательский институт кормов им. В.Р. Вильямса, 1971. – 176 с.
3. Розов Ю.Н. Рекомендации по озеленению автомобильных дорог / Ю.Н. Розов, С.Ю. Розов, С.И. Костенко, Г.Д. Вороненков // ДОРОГИ И МОСТЫ. – 2016. – № 34. – С. 128-142.
4. Костенко С. Биоматы – попробуем или подождем / С. Костенко // Ландшафтный дизайн. – 2014. – № 3. – С. 54-58.
5. Костенко С.И. Определение видов и сортов многолетних трав для задернения откосов на основе агроландшафтного районирования и их биологических особенностей / С.И. Костенко, М.Е. Рабинер, Ю.В. Болтрушевич // Мир дорог. – 2013. – № 69. – С. 55-57.

LITERATURA

1. Kostenko S.I. Vlijanie vidovogo i sortovogo sostava travosmesej na ustojchivost' dernovyh pokrytij na sklonah / S.I. Kostenko, M.E. Rabiner, S.L. Mamulat, S.Ju. Rozov, Ju.V. Boltrushevich //

- Zhurnal sovremennyh stroitel'nyh tehnologij «Krasnaja linija», vypusk «Dorogi». – 2013. – # 70. – S. 56-57.*
2. *Metodika opytov na senokosah i pastbishhah: Chast' 2 / Pod red. V.G. Iglovikova, N.S. Konjushkova; V.P. Mel'nichuk i dr. – M.: Vsesojuznyj nauchno-issledovatel'skij institut kormov im. V.R. Vil'jamsa, 1971. – 176 s.*
 3. *Rozov Ju.N. Rekomendacii po ozeleneniju avtomobil'nyh dorog / Ju.N. Rozov, S.Ju. Rozov, S.I. Kostenko, G.D. Voronenkov // DOROGI I MOSTY. – 2016. – # 34. – S. 128-142.*
 4. *Kostenko S. Biomaty – poprobuem ili podozhdem / S. Kostenko // Landshaftnyj dizajn. – 2014. – # 3. – S. 54-58.*
 5. *Kostenko S.I. Opredelenie vidov i sortov mnogoletnih trav dlja zadernenija otkosov na osnove agrolandshaftnogo rajonirovanija i ih biologicheskikh osobennostej / S.I. Kostenko, M.E. Rabiner, Ju.V. Bolt-rushevich // Mir dorog. – 2013. – # 69. – S. 55-57.*

**USING NEEDLE-PUNCHED AND YARN-SEWN BIOMATS
FOR ROAD SUBGRADE SLOPES STRENGTHENING**

*Ph. D. (Agricultural Sciences) S.I. Kostenko,
Ph. D. (Economic Sciences) M.E. Rabiner
(All-Russian Williams Fodder Research Institute),
Engineer S.Yu. Rozov
(FAI «ROSDORNII»)
Contact information: rozov@rosdornii.ru*

For protecting open soil against erosion processes biomats of different designs are increasingly used. Needle-punched and yarn-sewn biomats are the most commonly applied. The main difference between biomats and other similar constructions is to use only biodegradable materials. The comparison of biomats produced by various methods for different purposes (reclamation, sodding road shoulders and slopes, various types of landscaping etc.) is done.

Key words: *biomat, reclamation, protection against erosion, road slopes.*

Рецензент: нач. отдела экологической и эксплуатационной оценки объектов дорожного хозяйства А.В. Бобков (ФАУ «РОСДОРНИИ»).
Статья поступила в редакцию: 07.04.2017 г.