

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В ВИДЕ ПНЕЙ НА ПРОЦЕСС КАПИЛЛЯРНОЙ МИГРАЦИИ ВЛАГИ В КОНСТРУКЦИИ ЛЕСНОЙ ДОРОГИ

*Колесников Г.Н., Гаврилов Т.А., Станкевич Т.Б., Анпилогова О.А.*

**Ключевые слова:** неоднородности в виде пней, морозное пучение, лесная дорога, капиллярная миграция влаги, круглые лесоматериалы.

**Аннотация.** Статья посвящена проблеме морозного пучения лесных дорогах. Рассмотрен вопрос влияния неоднородностей в виде пней на процесс капиллярной миграции влаги в конструкции лесной дороги. Описаны методика и результаты моделирования этого процесса с учетом влияния неоднородностей.

## INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF HETEROGENEITIES IN THE FORM OF STUMPS ON THE CAPILLARY MOISTURE MIGRATION PROCESS IN THE FOREST ROAD CONSTRUCTION

*Kolesnikov G.N., Gavrilov T.A., Stankevich T.B., Anpilogova O.A.*

**Keywords:** heterogeneities in the form of stumps, frosty heaving, forest road, capillary moisture migration, round timber.

**Abstract.** The article is devoted to the problem of frosty heaving of forest roads. The question of the influence of heterogeneities in the form of stumps on the process of capillary moisture migration in the construction of a forest road is considered. The methodology and simulation results of this process are described taking into account the influence of heterogeneities.

На территории Северо-Западного федерального округа России преобладают пучинистые почво-грунты III и IV категорий, для которых наблюдается морозное пучение верхних слоев грунта под действием циклов замораживания и оттаивания. На величину морозного пучения грунтов большое влияние оказывает процесс капиллярной миграции влаги. Суть которого состоит в том, что при снижении температуры грунтов ниже 0 °C интенсифицируется процесс капиллярной миграции влаги из областей с неотрицательной температурой в области с отрицательной, т.е. от нижних слоев лесных дорог в верхние и ее накопление в них в виде льда. Как результат, под проезжей частью накапливается влага и происходит разрушение лесных дорог.

Характер и интенсивность процесса капиллярной миграции влаги зависят от множества факторов. Некоторые, из которых достаточно подробно исследованы и описаны в научной литературе [1, 2]. При этом известно, что в соответствии с СП 288.1325800.2016 «Дороги лесные. Правила проектирования и строительства» при строительстве лесных дорог неоднородности в виде пней допускается срезать вровень с землей или оставлять их, что позволяет снизить себестоимость строительства лесных дорог. В связи, с чем в конструкции лесных дорог присутствуют неоднородности в виде пней. Влияния, которых на процесс капиллярной миграции влаги до настоящего времени практически не исследовано, что

является существенной проблемой. В связи с чем, целью данной работы является исследование влияния неоднородностей в виде пней на процесс капиллярной миграция влаги в конструкции лесной дороги.

Исследование реализовано посредством метода численного моделирования. Моделирование выполнено на примере почвенно-климатических условий Архангельской области для октября и ноября (т.к. в этот отрезок времени миграция капиллярной влаги протекает наиболее интенсивно). Неоднородность в виде пня моделировалась посредством прямоугольного параллелепипеда из древесины со сторонами по 500 мм (средний размер не выкорчеванных пней), расположенного по центру конструкции лесной дороги. Рассмотрена конструкция лесной дороги, состоящая из обочин и следующих слоев дорожной одежды (по направлению сверху вниз) (рис. 1): для октября – гравий, супесь талая, древесина талая, суглинки талый; для ноября – снег, гравий, супесь мерзлая, древесина мерзлая, суглинки талый.

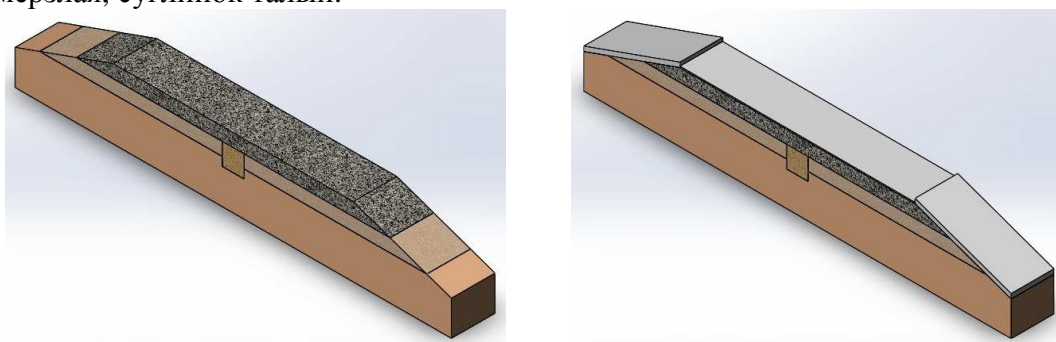


Рис. 1. Поперечное сечение конструкции лесной дороги: (слева – в октябре, справа – в ноябре)

Для октября расчетная температура на дневной поверхности дороги принята равной (-1,00) °С, на глубине 1,6 м – 7,00 °С; для ноября: на дневной поверхности дороги (-7,70) °С, на глубине 1,6 м – 6,10 °С.

По результатам моделирования получены графики распределения температуры по поперечному сечению лесной дороги (рис. 2).

Анализ результатов моделирования показал, что присутствие неоднородности в виде пня ведет к существенному изменению распределения температуры под проезжей частью лесной дороги. Под неоднородностью наблюдается перепад температуры, при котором интенсифицируется процесс капиллярной миграции влаги в горизонтальном направлении из области с неотрицательной температурой в область с отрицательной, т.е. от неоднородности к ее периферии. Как результат, влага под ней не накапливается и частично отводится. Таким образом, неоднородности выполняют роль теплоизоляционного материала и защищают лесную дорогу от морозного пучения.

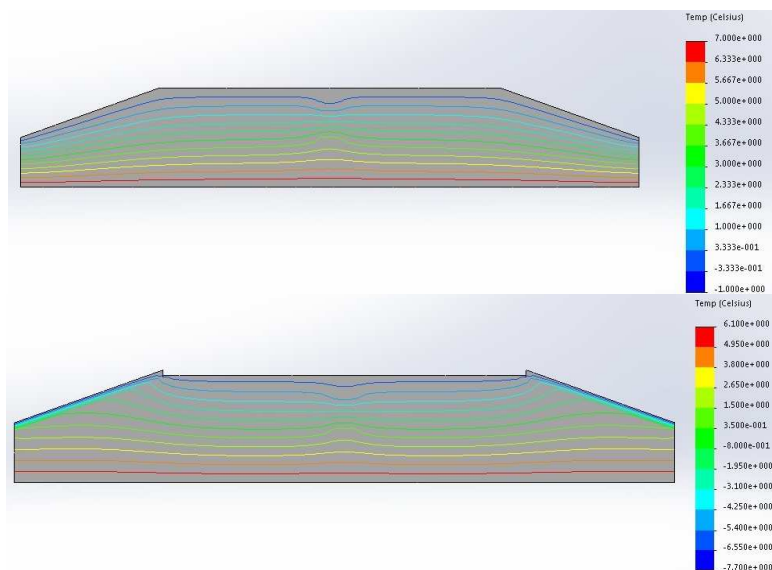


Рис. 2. Распределение температуры по поперечному сечению лесной дороги: (сверху – в октябре, снизу – в ноябре)

Тем самым неоднородности в виде пней повышают надежность и устойчивость функционирования лесных дорог.

### Список литературы

1. Фельдман Г.М. Передвижение влаги в талых и промерзающих грунтах. – Новосибирск: Наука, 1988. – 258 с.
2. Кудрявцев С.А., Кажарский А.В. Численное моделирование процесса миграции влаги в зависимости от скорости промерзания грунтов // Инженерно-строительный журнал. – 2012. – № 4(30). – С. 33-38.

### References

1. Feldman G.M. Moisture movement in thawed and freezing soils. – Novosibirsk: Science, 1988. – 258 p.
2. Kudryavtsev S.A., Kazharskiy A.V. Numerical simulation of moisture migration depending on the rate of soil freezing // Journal of Civil Engineering. – 2012. – No 4(30). – P. 33-38.

<b>Колесников Геннадий Николаевич</b> – доктор технических наук, профессор, <a href="mailto:kgn@petsru.ru">kgn@petsru.ru</a>	<b>Kolesnikov Gennady Nikolaevich</b> – doctor of technical sciences, professor, <a href="mailto:kgn@petsru.ru">kgn@petsru.ru</a>
<b>Гаврилов Тиммо Александрович</b> – кандидат технических наук, доцент, <a href="mailto:gavrilovta@yandex.ru">gavrilovta@yandex.ru</a>	<b>Gavrilov Timmo Alexandrovich</b> – candidate of technical sciences, associate professor, <a href="mailto:gavrilovta@yandex.ru">gavrilovta@yandex.ru</a>
<b>Станкевич Татьяна Борисовна</b> – старший преподаватель, <a href="mailto:gladiolus@list.ru">gladiolus@list.ru</a>	<b>Stankevich Tatyana Borisovna</b> – senior lecturer, <a href="mailto:gladiolus@list.ru">gladiolus@list.ru</a>
<b>Анпилогова Ольга Александровна</b> – старший преподаватель	<b>Anpilogova Olga Alexandrovna</b> – senior lecturer
Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Россия	Petrozavodsk state University, Petrozavodsk, Russia

Received 08.09.2019