

**ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

УДК 502.171 + 631.431.7

**С.Г. Захаров, И.В. Кулик**  
**ТРОПА И РЕКРЕАЦИОННАЯ НАГРУЗКА: НОВЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ**  
**УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВ НА ТРОПАХ***Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск*

В статье рассматриваются рекреационное воздействие на лесопокрываемые ландшафты и формирование тропиной сети в зоне южнотаежного леса городской территории (на примере закрытого территориального образования (ЗАО) г. Снежинск Челябинской области). Определена необходимость изучения формирования тропиной сети, как основного фактора рекреационного воздействия на лесной ландшафт. Предлагается комплексная оценка рекреационной нагрузки с учетом количества рекреантов и состояния троп с применением различных методов: трамплеометрические исследования, учет густоты троп и их площади, объемный вес почв на тропях, проложение искусственной тропы. Дополнительно описывается новый способ оценки состояния почвенного покрова на тропях с помощью запатентованного прибора по измерению уплотнения почв. Впервые предложена оценка нарушенности (по параметру уплотненности) почв на тропях с помощью данного прибора. Показаны высокая разрешимая способность нового метода и возможность его применения в условиях значительной дигрессии растительного покрова.

**Ключевые слова:** рекреационная нагрузка на почвы, тропиная сеть, дигрессия лесопокрываемых ландшафтов, трамплеометрические исследования, объемный вес почв, уплотнение почв.

**S.G. Zakharov, I.V. Kulik**  
**TRAILWAYS AND RECREATIONAL LOAD: NEW METHOD TO DETERMINE SOIL**  
**COMPACTION ON TRAILWAYS***South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Chelyabinsk*

The paper considers recreational load onto forested landscapes and also formation of a trailway net in the southern zone of the taiga forest adjacent to an urban area (Snezhinsk, Closed Administrative-Territorial Formation). The important role of the investigation into the formation of the trailway net, being the major factor of the recreational load onto the forested landscape, is noted. An integrate assessment of the recreational load is developed, which takes into account the number of recreants and the state of trailways and is based on the use of different procedures such as trampleometric studies, analysis of trailways density and area, calculation of the volume weight of soil on the trailways, and artificial trailways forming. A new approach is proposed to assess soil continuum on trailways with the help of a patented soil-compaction-measuring instrument. For the first time, this instrument is proposed to be used for assessment of soil disturbance on trailways (by the soil compaction parameter). High resolution characteristics of the new method are demonstrated as well as its applicability in conditions of serious degradation of the vegetation mantle.

**Key words:** recreational load on soils, trailway net, degradation of forested landscapes, trampleometric studies, volume weight of soil, soil compaction.

doi 10.17072/2079-7877-2017-2-109-117

Тропы (транспортные коридоры пешего перемещения без искусственного покрытия) пересекают самые различные по природной сохранности природные комплексы. Однако факт наличия троп на местности не является критерием нарушенности природной среды. Но в пределах ООПТ или

городских лесных массивов (лесов или парков) наличие троп может приводить к нарушению природного комплекса.

Рекреационные тропы обустроиваются для отдыха и лечения (терренкуры). Кроме того, тропы развиваются стихийно вблизи аттрактивных рекреационных объектов (отдельных скал, вершин, живописных участков побережий и т.п.), вызывая стойкие нарушения природных комплексов. К ним, в первую очередь, можно отнести уплотнение или смыв почвенного покрова, угнетение растительности. Растительный покров консервирует рельеф местности – предохраняет литосферную основу от ветровой и водной эрозии [12]. При разрушении почвенно-растительного покрова, в местах перекрестков и вблизи аттрактивных участков, формируются своеобразные пятна вытаптывания различной площади, достигающей до 4 и 5 степеней дигрессии [9; 10].

Растительный напочвенный ярус является наиболее чувствительным индикатором изменений природного комплекса, подвергающийся воздействию как непосредственно – через поверхностное механическое повреждение (вытаптывание), так и опосредованно – через изменения физико-химических свойств почвы [6; 16]. Почва, как и растительность, весьма чувствительна к рекреационному воздействию. От ее физико-химических и водно-физических свойств зависят величина экологического потенциала экосистем, общая устойчивость почв к рекреационной нагрузке [3; 11]. С увеличением рекреационной нагрузки происходит все более интенсивное уплотнение почв, увеличиваясь в верхней части гумусового горизонта до 5 раз [2]. В нарушенных почвах изменяется воздухо- и влагопроницаемость, гибнет или значительно угнетается почвенная фауна; увеличиваются сток и плоскостная эрозия; почвы деструктурируются, вымываются, стремительно снижают плодородие.

Тропа из невинного компонента ландшафта превращается в своеобразную «удушающую сеть», которая разбивает исходный лесной массив на все более изолированные участки пульсирующими и расширяющимися пятнами дигрессии почвенно-растительного покрова.

Изучение процессов формирования троп также важно, как и изучение стадий дигрессии растительности [1].

Цель исследования – оценка развития тропиной сети в пределах лесопокрываемой территории ЗАТО г. Снежинск и разработка метода оценки уплотнения почв под влиянием рекреационной нагрузки. В ходе работы решались задачи: определить современную рекреационную нагрузку на прибрежные ландшафты и степень дигрессии почвенно-растительного покрова на ключевых участках; оценить степень рекреационной нагрузки на тропах с помощью различных методов; разработать классификацию рекреационной нагрузки на тропы с применением прибора – устройства для определения уплотнения почв [7].

### Материалы и методы исследования

В течение летнего периода 2013 г. в сухую погоду изучались тропы в пределах участка естественного лесного массива ЗАТО г. Снежинск (расположен в северной части Челябинской области) с основными лесообразующими светлохвойными породами деревьев (сосна обыкновенная), с вкраплениями мелколиственных пород, образующих высокую устойчивость к рекреационным воздействиям [18]. Основное рекреационное воздействие приходится на прибрежные территории [3]. Выбор места исследования определялся территорией пеших прогулок близ южного побережья озера Синара и закрытым характером местности с отсутствием кольцевых маршрутов вокруг озера. В пределах этого лесного массива были выбраны две испытательные площадки общей площадью 4,04 га: I участок – 3,04 га и II участок – 1,0 га, лежащий на пути следования к пляжной зоне горожан (рис.1).

На участках I и II были измерены длины и площади всех троп шире 0,5 м; определены количество и площадь окон вытаптывания вокруг кострищ. Для оценки степени дигрессии лесной растительности использовалась шкала стадий рекреационной дигрессии лесных ландшафтов [6; 9; 10; 15]: по процентному отношению площади дорожно-тропиночной сети, окон вытаптывания и кострищ к площади проективного покрытия растительностью, визуальному состоянию лесной подстилки на тропах.

На отдельных тропах 9 опорных площадок (ключевых участках) прибрежного лесного массива были изучены характеристики уплотнения почв и замерена рекреационная нагрузка.

Рекреационная нагрузка определялась с использованием трамплеометрического метода [17] с установкой сети проволочек на тропах, расположенных в пределах 5–50 м от берегового вала. Интервал постановки проволочек составил 2 м (на участке тропы длиной 20 м) на период 24 ч. Также

был использован метод проложения искусственной тропы [4] для определения нагрузки, требуемой для смены степени дигрессии (с 1 на 2) растительности на тропе, и сравнения результатов уплотнённости почв на тропах с различной нагрузкой.



Рис. 1. Район изучения рекреационной нагрузки – расположение участков I и II

Исследование уплотнённости почв на тропах проводилось с помощью специального устройства для измерения уплотнения почв (патент на полезную модель № 81578, полученный одним из авторов данной статьи [7]), который нами предлагается как новый способ характеристики свойств почв в пределах троп. Принцип действия прибора – определение момента отпечатка/прорыва поверхности тропы под статической нагрузкой.

Прибор представляет собой коробчатую емкость для грузов, в нижней части которого укреплен стальной стержень диаметром 0,4 см (площадь поверхности 0,13 см<sup>2</sup>) со съёмной насадкой площадью 1 см<sup>2</sup>. Емкость со стержнем помещается вертикально в направляющую раму (в данном случае – цилиндр с вырезом) (рис. 2).

В качестве грузов использовались веса с размерностью 0,5 кг, а также вода в градуированной емкости, позволяющей варьировать вес с точностью до 0,01 кг. Чтобы снять пружинистость почвы (способность уплотненного слоя прогибаться, без видимого нарушения), было решено учитывать продавливание почвы погружением в нее стержня до 1,0 мм.



Рис. 2. Вид устройства для определения уплотнения почв

При применении квадратной насадки результат считался положительным при достижении видимого отпечатка контура без углубления. Вес самого прибора в комплекте (без грузов) составляет 0,855 кг.

Также для сопоставления полученных результатов по уплотнению почв на тропах с результатами других исследователей изучался объемный вес почвы. Почвы для пробных замеров объемного веса вырезались из тропинки кубиком известного объема по три пробы с выбранных площадок. Определение веса каждой пробы проводилось на аналитических весах химической лаборатории ОАО «Трансэнерго» г. Снежинска.

### Результаты исследования и их обсуждение

Лесной приозерный массив на южном побережье оз. Синара является частью городской территории ЗАТО г. Снежинск. По условиям размещения ЗАТО в годы советской власти воздействие на окружающий ландшафт старались сделать минимальным, чтобы не демаскировать секретные объекты.

На исследуемых лесопокрытых участках, местах отдыха жителей Снежинска, образуются тропы, а в местах их пересечения – зоны (или «окна») вытаптывания. Растительность на исследуемых тропах полностью отсутствует, лесная подстилка частично сохранена, кроме троп на береговом валу, где она разрушена с обнажением минерального слоя почв. Характеристики троп представлены в табл. 1.

Таблица 1

Состояние почвенно-растительного покрова на исследуемых участках

Местоположение и площадь участка	Протяженность троп, м	Густота тропиной сети, м/га	Площадь троп и зон вытаптывания с дигрессией 5-й степени	
			м <sup>2</sup>	%
Участок I (3,04 га)	1377	453	1395	4,6
Участок II (1,0 га)	947	947	1196	12

По данным [5] для южнотаежных смешанных лесов густота тропиной сети не должна превышать 300–350 м/га; в противном случае для лесного массива наблюдается переход к 4-й степени дигрессии.

Площадь тропиной сети, занимающей менее 5% лесной территории, по мнению Н.С. Казанской [9], является ещё редкой и соответствует низкой (2) степени дигрессии ландшафта – зона допустимого экологического риска. Площадь тропиной сети от 10 до 15% (характерная для участка II) является значительной и в совокупности с полностью разрушенной лесной подстилкой на части троп вне пределов берегового вала соответствует умеренной (3) степени дигрессии ландшафта – зона предельно допустимого экологического риска [9]. На участке II густота тропиной сети превышает установленную величину [5] для южнотаежных смешанных лесов в 3 раза.

На обеих площадках отмечен мозаичный характер вытаптывания территории, что соответствует характеру распределения рекреационных нагрузок на участках. Густота и ширина тропиной сети отчётливо уменьшаются по мере отдаления от берегового вала. На участках леса вне тропинок за пределами берегового вала местами наблюдается лиственный подрост, что свидетельствует о начале смены коренного древостоя.

Рекреационная нагрузка, рассчитанная трамплеометрическим методом [17] на четырёх тропах опорных площадок №1, №4, №4а, №7, лежит в диапазоне от 12 до 50 (чел. – ч/га) (табл. 2).

Рекреационная нагрузка на исследуемый приозёрный ландшафт на участке II с определённой 3 степенью дигрессии растительности, доходящая до 50 чел.–ч/га (площадка №4а), является для данной территории опасной и при своей неизменности приведёт природный комплекс к 4-й степени дигрессии [18].

Для определения рекреационной нагрузки, необходимой для формирования тропы, на экспериментальном 15-метровом участке (площадка №5, табл. 3) лесопокрытой прибрежной территории с естественным растительным покровом и пружинящей лесной подстилкой была проведена процедура создания искусственной тропы. Этот участок территории был принят за точку 1 степени дигрессии растительности (безопасная зона экологического риска по [9]). После 500 человекопроходов тропа становится хорошо различимой, но лесная подстилка ещё сохраняет свою целостность и пружинность. Разрушение подстилки в нескольких местах тропы над корнями деревьев появилось к моменту прохождения по ней 1000 чел., что принято нами за точку фиксации перехода от 1-й степени дигрессии растительности ко 2-й, в зону допустимого экологического риска. До конца летнего сезона 2013 г. искусственно созданная тропа отчётливо сохраняла свои визуальные

черты. В летний сезон 2014 г. признаки тропы уже не наблюдались, что говорит о слабой степени нарушенности почвенного покрова на тропе.

Таблица 2

Рекреационная нагрузка (трамплеометрический метод), чел. - ч/га

Опорные площадки с тропами	Замер 1 рекреационная нагрузка, чел./час/га	Замер 2 рекреационная нагрузка, чел./час/га	Замер 3 рекреационная нагрузка, чел./час/га	Замер 4 рекреационная нагрузка, чел./час/га	Min/max нагрузка, чел./час га
№1 «У Марии»	12	12	31	43	12–43
№4 вдоль берега, «у с/к Гагарина»	37	31	-	-	31–37
№4 а перпендикулярно береговой полосе, «у с/к Гагарина»	21	31	43	50	21–50
№7 «пляж Лесной», перпендикулярно береговой полосе	21	21	50	50	21–50

На тропах отдельных 7 площадок (табл. 3) были сделаны замеры уплотнения почв с помощью особого прибора [7].

В пределах изучаемого участка лесного массива доминируют подзолистые суглинистые почвы на плакорных участках значительной частью щебенчатые и дресвяные и аллювиальные почвы логов.

Таблица 3

Результаты замеров уплотнения на тропах в пределах опорных площадок

№ п/п	Опорные площадки с тропами	Характеристика почв на тропе	Место расположения тропы	Вес груза при S сечения 0,13 см <sup>2</sup> , кг	Вес груза при S сечения 1 см <sup>2</sup> , кг
1	№1 «У Марии»	Подзолистые суглинистые, умеренно увлажнённые	На береговом валу вдоль побережья	1,25 + 0,85 = 2,1	16
2	№ 2 и 2а «Раскуриха»	Увлажненные, гумусные, болотные	В долине р. Раскуриха, имеют разную рекреационную нагрузку	2,35 + 0,85 = 3,2	24,6
3				1,67 + 0,85 = 2,52	19,3
4	№3 «У пл. Победы»	Подзолистые суглинистые на возвышенности, сухие	Пролегает по береговому валу вдоль побережья	2,83 + 0,85 = 3,68	28
5	№ 4 «У с/к Гагарина»	Подзолистые суглинистые, сухие	Пролегает по береговому валу вдоль побережья	2,25 + 0,85 = 3,1	24
6	№ 5 «Новообразован ная»	Подзолистые суглинистые, увлажнённые	Искусственно создана после 1000 проходов, проложена вглубь леса от «Материнской» тропы	0,5 + 0,85 = 1,35	10,4
7	№ 6 «Материнская» тропа у «Ново- образованной»	Маломощные с сизо- пыльной сухой поверхностью с выклиниванием массивно- кристаллических пород	Пролегает по береговому валу	от 2 + 0,85 = 2,85	от 22

По результатам замеров уплотнения почв на тропах (табл. 3) уплотнение почв неоднородно, что зависит как от механического состава почв, подстилающих грунтов, увлажнённости почв, так и от степени рекреационной нагрузки. Из табл. 3 видно, что даже для относительно близких по характеристике почв на тропах (площадки № 2 и 2а, №3 и №4) обнаруживается значительная разница в уплотненности, что позволяет говорить о высокой разрешающей способности нового метода.

Для практических полевых исследований оптимальнее использовать стержень малого сечения, чтобы не носить с собой достаточно большой вес.

Нормальная плотность почвы составляет до 1,0–1,1 г/см<sup>3</sup> [14]. В работах, посвященных рекреационной нагрузке, плотность почвы выше 1,45 г/см<sup>3</sup> признается границей устойчивости лесных биогеоценозов к рекреационному воздействию [13].

Средние показатели объемного веса почвы (выполненного на тропах площадок №1 и №2) изменяются в пределах 0,857–1,21 г/см<sup>3</sup>; максимальное значение составляет 1,3 г/см<sup>3</sup> (табл. 4). Измеренные значения колеблются в диапазоне «слабой – средней» уплотненности [14].

Таблица 4

Результаты замера объёмного веса почв на тропах

Опорные площадки с тропами	Вес почвы в кубике, объёмом 1 см <sup>3</sup> , г	Среднеарифметическая плотность почв, г/см <sup>3</sup>
№ 1 «У Марии»	0,9308; 0,7947; 0,8452	0,8569
№ 2 «Раскуриха»	1,098; 1,2298; 1,2969	1,2082

В первом приближении можно выделить 3 степени трансформированности почв светлохвойно-лиственных лесов южно-таёжных ландшафтов под воздействием внешнего давления:

- 1) слабая нарушенность – до 10 кг на см<sup>2</sup>,
- 2) средняя нарушенность – от 10 кг до 15 кг на см<sup>2</sup>
- 3) сильная нарушенность – более 15 кг на см<sup>2</sup>

На рубеже *слабой – средней* нарушенности образуется тропа без существенного нарушения почвенного покрова, например, тропа площадки № 5 «Новообразованная». Данная тропа аналогична звериным тропам. При отсутствии постоянного воздействия на нее подобная тропа существует около года. При *средней* нарушенности почва оголяется и существенно уплотняется, что ведет к формированию устойчивой тропы (существует многие годы), например, тропа площадки №1 «У Марии». На рубеже *средняя – сильная* нарушенность формируется устойчивая тропа с тенденцией к расширению и образованию окон вытаптывания, что требует мер по изменению внешней нагрузки и перераспределения потока рекреантов (тропы площадок № 2, 2а, 3, 4, 6).

### Выводы

1. Современная степень дигрессии растительности в пределах приозерного лесного массива ЗАТО г. Снежинск определяется от 2 (условно «низкой») до 3 (условно «умеренной») с мозаичным характером. Допустимая рекреационная нагрузка по густоте тропинойной сети превышена в 1,3–3 раза.

2. Рекреационная нагрузка доходит достигает 50 чел.–ч/га, что является для данной территории опасной. С целью сохранения лесопокрываемых городских ландшафтов в качестве рекреационного ресурса в пределах Снежинска необходима оптимизация тропинойной сети для избежания дальнейшей деградации почвенно-растительного покрова (особенно на участке II).

3. Проложение искусственного участка тропы показало, что в пределах изучаемого ландшафта тропа, внешне схожая с состоянием тропы 2-й степени дигрессии, образуется через 1000 человекопроходов и практически исчезает через 1 год.

4. Исследование объемного веса почв участка показало, что их плотность изменяется в пределах 0,857–1,21 г/см<sup>3</sup>; максимальное значение составляет 1,3 г/см<sup>3</sup>. Измеренные значения колеблются в диапазоне «слабой – средней» уплотненности.

5. Применение нового способа оценки уплотненности троп показало высокую разрешимую способность метода, получены первые ориентировочные показатели уплотненности почв и определена их экологическая характеристика. После образования тропы, т.е. зоны 5-й степени дигрессии, применение нового способа изучения уплотненности почв на ключевых участках тропы

позволяет уточнить рекреационную нагрузку в отсутствии других показателей. Появляется еще один показатель мониторинга и рекреационной нагрузки для регулирования потока людей на конкретном участке рекреационного ландшафта.

### Библиографический список

1. Бганцова В.А., Бганцов В.Н., Соколов Л.А. Влияние рекреационного лесопользования на почву // Природные аспекты рекреационного использования леса. М.: Наука, 1987. С. 70–95.
2. Балсанова Л.Д., Гынинова А.Б., Кривобоков Л.В., Найданов Б.Б., Болхосоева Е.Б. Почвы северной части бассейна озера Котокельское и их трансформация в результате рекреационной деятельности // География и природные ресурсы. 2012. № 1. С. 91–96.
3. Васильев Ю.С., Кукушкин В.А. Использование водоёмов и рек в целях рекреации. Л.: Гидрометеоздат, 1988. 230 с.
4. Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок. М.: Изд-во Госкомлеса СССР, 1987. 35 с.
5. Дерягин В.В., Захаров С.Г. Расчет рекреационных нагрузок от стационарных отдыхающих на территории курорта Кисегач (санатории «Еловое», «Сосновая горка», пансионат с лечением «Утес»): отчет о научно-исследовательской работе. Челябинск, 2005. 49 с.
6. Дымова Т.В., Чуйкова Л.Ю., Чуйков Ю.С. Критерии устойчивости и оценка состояния растительности дельты р. Волги под влиянием антропогенного воздействия. Астрахань: Издат. дом «Астраханский университет», 2011. 161 с.
7. Захаров С.Г. Устройство для определения уплотнения почвы/Патент на полезную модель № 81578; зарегистрирован в Госреестре полезных моделей РФ 20.03.2009.
8. Казаков Л.К., Чижова В.П. Инженерная география. М.: Лэндрос, 2001. 268 с.
9. Казанская Н.С. Изучение рекреационной дигрессии естественных группировок растительности // Изв. АН СССР. Сер.геогр. 1972. № 1. С. 52–59.
10. Казанская Н.С., Ланина В.В., Марфенин Н.Н. Рекреационные леса. М.: Лесная промышленность, 1977. 96 с.
11. Леневиц О.И., Шестакова Е.С., Рудык А.Н., Копыльцова С.Е. Оценка рекреационной нагрузки на почвенный покров и пути снижения дигрессии лесных экосистем национального природного парка «Сколевские Бескиды», Украинские Карпаты // Научный журнал НИУ ИТМО. Сер. Экономика и экологический менеджмент. 2014. № 3. С. 279–287.
12. Мильков Ф.Н. Общее землеведение. М.: Высш. шк., 1990. 335 с.
13. Оборин М.С. Усть-Качкинская курортно-рекреационная зона как эколого-социально-экономическая система: дис. ... канд. геогр. наук. Пермь, 2007. 227 с.
14. Продан М. О теоретической основе уплотнения почв ходовыми системами машин. М., 2003. 258 с.
15. Рысин Л.П., Савельева Л.И., Полякова Г.А., Рысин С.Л., Беднова О.В., Маслов А.А. Мониторинг рекреационных лесов. М.: ОНТИ ПНЦ РАН, 2003. 168 с.
16. Сибгатуллина М.Ш. Рекреационная дигрессия растительного покрова на территории заказника «Голубые озера» // Российский журнал прикладной экологии. 2015. №2. С. 15–19.
17. Сорокин А.С. Несложный метод определения рекреационных нагрузок // Проблемы территориальной организации туризма и отдыха. Ставрополь, 1978. С. 106–107.
18. Чижова В.П. Рекреационные нагрузки в зонах отдыха. М.: Лесная промышленность, 1977. 49 с.
19. Чижова В.П. Допустимые рекреационные нагрузки в охраняемых природных территориях Камчатки // География и туризм. Пермь, 2006. С. 239–253.

### References

1. Bgancova, V. A., Bgancov, V. N. and Sokolov, L. A. (1987), "The Influence of recreational forest management on soil", *Prirodnihe aspektih rekreacionnogo ispoljzovaniya lesov - Natural aspects of recreational forest use*, Moscow, pp. 70–95.
2. Balsanova, L.D., Gyninova, A.B., Krivobokov, L.V., Najdanov B.B., and Bolhosoeva E.B. (2012), "Soils in the northern part of the Lake Kotokel'skoe basin and their transformation through recreational activities", *Geography and Natural Resources.*, no.1, pp. 91–96.

3. Vasil'ev, Ju.S. and Kukushkin, V.A. (1988), *Ispol'zovanie vodojzotov i rek v celjah rekreacii* [The use of reservoirs and rivers for recreation purposes], Gidrometeoizdat, Leningrad, USSR.
4. *Vremennaya metodika opredeleniya rekreatcionnykh nagruzok na prirodnye komplekсы pri organizatscii turizma, ekskursii, massovogo povsednevnogo otdykha i vremennye normy etikh nagruzok* [Temporal methodic of determination of recreational loads on natural complexes during tourism, excursions and mass daily recreation organization, and temporal norms of those loads], 1987, Izdatelstvo Goskomlesa SSSR, Moscow, USSR.
5. Deryagin, V. V. and Zakharov, S. G. (2005), *Raschet rekreatsionnykh nagruzok ot stacionarnykh otdyhayuschih na territorii kurorta Kisegats (sanatoriorii "Elovoe", "Sosnovaya gorka", pansionat s lecheniem "Utes")* [Calculation of recreational loads from stationary vacationers at the resort Kisegach (health resorts "Elovoe", "Pine hill", boarding house with treatment "the Rock")]. *The Report on research work – Chelyabinsk*, Chelyabinsk state pedagogical University, Chelyabinsk, Russia.
6. Dymova, T.V., Chujkova, L.Ju. and Chujkov, Ju.S. (2011), *Kriterii ustojchivosti i ocenka sostojanija rastitel'nosti del'ty r. Volgi pod vlijaniem antropogennogo vozdejstviya* [Sustainability criteria and assessment of the vegetation of the Volga Delta is influenced by anthropogenic impact], Izdatel'skij dom «Astrahanskij universitet» Publ., Astrakhan, Russia.
7. Zakharov, S.G. (2009), *Ustrojstvo dlja opredelenija uplotnenija pochvi* [The device for determining soil compaction]. Patent RF, no. 81578.
8. Kazakov, L.K. and Chizhova, V.P. (2001), *Inzhenernaja geografija* [Engineering geography], Ljendros Publ., Moscow, Russia.
9. Kazanskaya, N. S. (1972), "The study of recreational digression of natural groupings of vegetation", *Izvestiya AN SSSR. Ser.geogr.- Izv. USSR Academy of Sciences. Ser. Department of Geography*, no. 1, pp. 52–59.
10. Kazanskaja, N.S., Lanina, V.V. and Marfenin, N.N. (1977), *Rekreacionnye lesa* [Recreational forest]. The forest industry Publ., Moscow, USSR.
11. Lenevich, O. I., Shestakov, S. E., Rudyk, A. N. and Kopyltsova, S. E. (2014), "Evaluation of recreational load on soil cover and ways to reduce digression of forest ecosystems of national Park "skolivski Beskydy", Ukrainian Carpathians", *Scientific journal ITMO. Series "Economy and ecological management"*, no. 3, pp. 279–287.
12. Mil'kov, F.N. (1990), *Obshee zemlevedenie* [General earth science], High school Publ., Moscow, USSR.
13. Oborin, M.S. (2007), *Ust-Kachkinskaya resort and recreation area as an ecological-social-economic system*. PhD dissertation, Geographical Sciences, Perm State University, Perm, Russia.
14. Prodan, M., (2003), *O teoreticheskoy osnove uplotneniya pochv hodovymi sistemami mashin* [About theoretical basis compaction of soil undercarriage mashines], Moscow, Russia.
15. Rysin, L.P., Savel'eva, L.I., Poljakova, G.A., Rysin, S.L., Bednova, O.V. and Maslov, A.A. (2003), *Monitoring rekreatcionnykh lesov* [Monitoring of recreational forests], ONTI PNC RAN Publ., Moscow, Russia.
16. Sibgatullina, M.Sh. (2015), "Recreational digression of vegetation on the reserve "Blue lakes"", *Russian journal of applied ecology*, no. 2, pp.15–19.
17. Sorokin, A.S. (1978), "Uncomplicated method of recreational loads determination", *Problemy territorialnoi organizatscii turizma i otdyha. Tezisy III Vsesoyuznogo soveshchaniya po geograficheskim problemam organizatsii turizma i otdyha. 20-25 sentyabrya 1978 goda* [The problems of tourism and recreation territorial organization]. Stavropol, pp. 106–107.
18. Chizhova, V. P. (1977), *Rekreacionnye nagruzki v zonah otdyha* [Tourism in recreation areas], The forest industry Publ., Moscow, USSR.
19. Chizhova, V. P. (2006), "Acceptable recreational activity in protected natural territories of Kamchatka", *Geografya I turizm* [Geography and tourism], Perm. Univ. Publ, pp. 239–253.

Поступила в редакцию: 13.05.2016



**Сведения об авторах****Захаров Сергей Геннадьевич**

кандидат географических наук, доцент кафедры географии и методики обучения географии Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета; 454080, Россия, г. Челябинск, ул. Ленина, 69; e-mail: s\_zakcharov5@mail.ru

**Кулик Ирина Васильевна**

аспирант кафедры географии и методики обучения географии Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета; 454080, Россия, г. Челябинск, ул. Ленина, 69; e-mail: ptica\_fogel@mail.ru

**About the authors****Sergey G. Zakharov**

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Geography and Methods of Teaching Geography, South Ural State Humanitarian Pedagogical University; 69, Lenin St., Chelyabinsk, 454080, Russia; e-mail: s\_zakcharov5@mail.ru

**Irina V. Kulik**

Postgraduate Student, the Department of Geography and Methods of Teaching Geography, South Ural State Humanitarian Pedagogical University; 69, Lenin st., Chelyabinsk, 454080, Russia; e-mail: ptica\_fogel@mail.ru

**Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:**

*Захаров С.Г., Кулик И.В.* Тропа и рекреационная нагрузка: новый метод определения уплотнения почв на тропах // Географический вестник = Geographical bulletin. 2017. №2(41). С.109–117. doi 10.17072/2079-7877-2017-2-109-117

**Please cite this article in English as:**

*Zakharov S.G., I.V. Kulik* Trailways and recreational load: new method to determine soil compaction on trailways // Geographical bulletin. 2017. № 2(41). P. 109–117. doi 10.17072/2079-7877-2017-2-109-117