



Серия «Науки о Земле»
2011. Т. 4, № 2. С. 82–89

Онлайн-доступ к журналу:
<http://isu.ru/izvestia>

ИЗВЕСТИЯ
*Иркутского
государственного
университета*

УДК 631. 41

Электрическое сопротивление структурных элементов биогеоценозов

Т. А. Зубкова (duzy.taz@mail.ru)

Н. А. Мартынова (natamart-irk@yandex.ru)

В. М. Белоусов (kartograf@geogr.isu.ru)

Аннотация. Показано, что удельное электрическое сопротивление (УЭС) элементов лесного биогеоценоза Тункинской котловины имеют следующие значения: травяной покров, мхи, муравейник, подстилка, основание ствола деревьев – около 0 Ом·м; ствол деревьев (сосны, лиственницы, березы, кедра, ели) – 200–450 Ом·м; почвенные горизонты – 0–180 Ом·м; песчаные и супесчаные аллювиальные горизонты – 300–450 Ом·м. Статистики показателей УЭС (медиана, разброс и квартили) могут быть диагностическими характеристиками почвенных горизонтов, почвообразующих и материнских пород. УЭС стволов сосны, кедра, ели зависит от экспозиции склона: на северной стороне R всегда ниже, чем на южной.

Ключевые слова: биогеоценоз, удельное электрическое сопротивление элементов биогеоценоза, муравейник, сосна, кедр, береза, ель, тропа, почва.

Введение

Измерение естественных и искусственных электрических полей в природе позволяет решать многие реальные задачи: выявлять неоднородность почвенного покрова, почвенных горизонтов и подстилающих пород, оценивать движение воды в почве и пр. [4; 5].

Известно, что лесной биогеоценоз (БГЦ) состоит из биогеоценологических горизонтов [1], горизонтальных структур (парцелл), предельных структурных элементов (валеж, пни, муравейники, сами деревья) [3; 4]. Многообразие лесных объектов предполагает и разные методы их исследований. Однако оценку удельного электрического сопротивления можно проводить во всех элементах БГЦ, что делает актуальным использование этого метода при биогеоценологических и экологических исследованиях.

Цель представленной работы – получить информацию об удельном электрическом сопротивлении разных компонентов лесного БГЦ.

Объекты и методы исследования

Экспериментальные участки были заложены в лесах Тункинской котловины пос. Аршан (Республика Бурятия). В лиственничнике более 150–200-летнего возраста были выбраны основные лесообразующие породы:

лиственница, сосна (100–150 лет), кедр (около 200 лет), ель (150 лет), береза (120 лет). Также был изучен муравейник, тропы и почвы. Удельное электрическое сопротивление R (УЭС) определяли прибором «Автоматический измеритель электрических параметров почв и растений LANDMAPPER-03» и выражали в Ом·м [6]. Электроды вплотную прижимали к стволам деревьев, втыкали в почву или муравейник на 2–3 см. Измеряли сопротивление на поверхности стволов разной экспозиции, но на одинаковой высоте. На поверхности стволов южной экспозиции, как правило, не росли мхи и лишайники. Нижняя часть комлей стволов была покрыта мхами и лишайниками. На остальных частях стволов эпифиты развивались неравномерно, создавая участки их скопления. Наряду с сопротивлением травяного яруса и тропы было измерено электрическое сопротивление двух типов почв: дерново-карбонатной среднесуглинистая на лессовидном суглинке, территория надпойменной террасы р. Кынгарги [2], и дерново-подзолистой среднесуглинистая в ельнике на аллювиальной лесово-почвенной формации р. Харимты. Определения УЭС проводили в августе, в условиях нормального выпадения осадков (засушливых периодов не наблюдалось).

Результаты и их обсуждение

УЭС поверхности почвы колеблется в пределах 60–240 Ом·м. Сопротивление почвы на тропе заметно ниже, хотя это снижение не достоверно. УЭС почвы на тропе измеряется в пределах 0–210 Ом·м, а травяного покрова равно 0 (рис. 1).

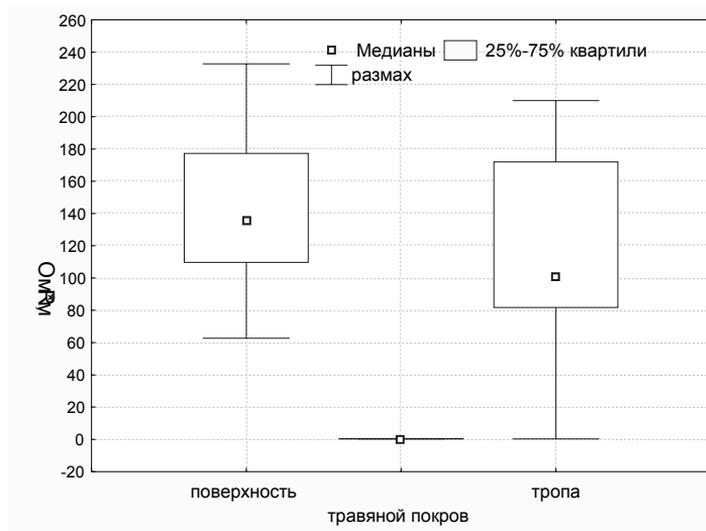


Рис. 1. Диаграмма размаха УЭС (R) парцеллярных структур лесного биогеоценоза

Измерение УЭС стволов ели, кедра, березы и сосны показало закономерные изменения УЭС по высоте деревьев (рис. 2). У основания деревьев УЭС было равно 0, как и у травяного яруса. Столы имеют УЭС порядка 0–450 Ом·м. У сосны неожиданно выявилась разница в УЭС у поверхности стволов разной экспозиции. Южная часть ствола имела более высокие значения УЭС по сравнению с северной. Разница особенно выражена у основания ствола: 10–20 Ом·м в северной части и 100–250 Ом·м – в южной (рис. 2, Б). Такие различия заставили проверить УЭС у всех пород деревьев на разных высотах. Выяснилось, что для сосны, лиственницы, кедра наблюдаются заметные колебания R в пределах 2 м (рис. 2). Так, южная часть ствола кедра до 2 м имеет постоянную величину УЭС (около 300 Ом·м), а северная сильно варьирует по высоте: от 0 до 300 Ом·м, но всегда ниже, чем южная экспозиция. Для ели, березы отмечаются случаи незначительных колебаний (УЭС выровнено по высоте ствола).

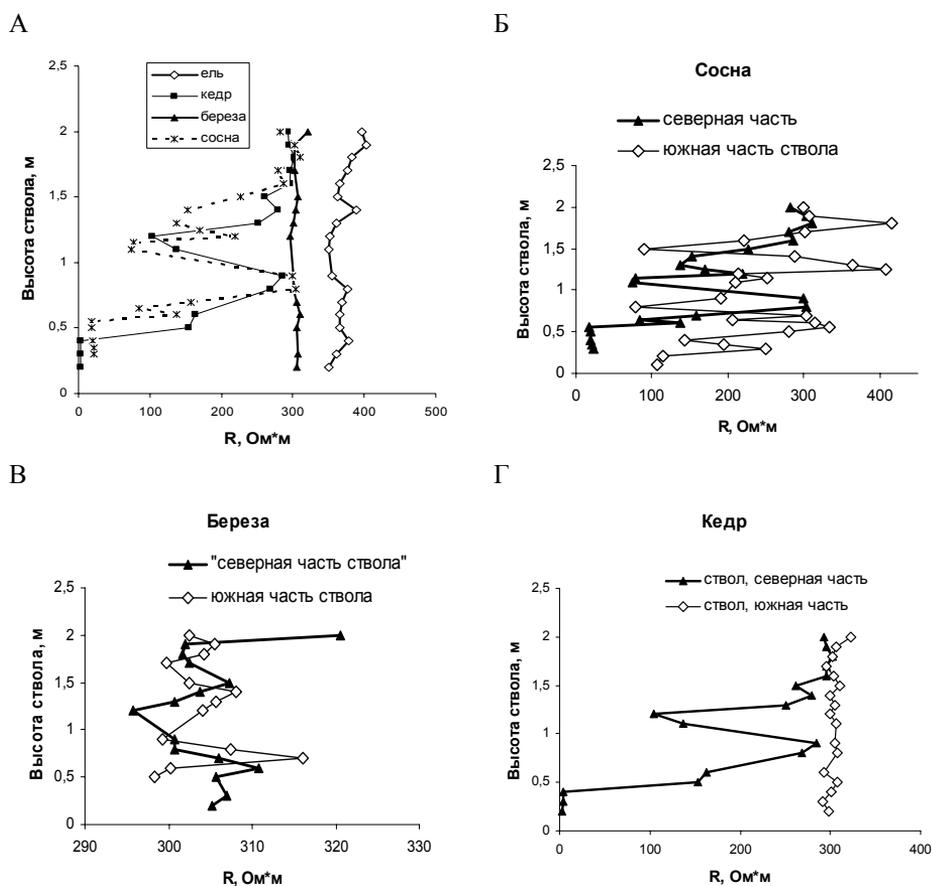


Рис. 2. Среднее УЭС (R) деревьев в лесном биогеоценозе (А) и в зависимости от экспозиции ствола (Б, В, Г)

Для сравнения провели измерение УЭС на конусе лесного муравейника (*Formica rufa*), сложенного обломками растительного материала (рис. 3). Основание муравейника обладает УЭС близким к УЭС поверхности почвы (0–230 Ом·м). Сам конус муравейника (как средняя его часть, так и верхние материалы) обладает очень высокой проводимостью, сопротивление соответственно низкое: $R = 0$ Ом·м.

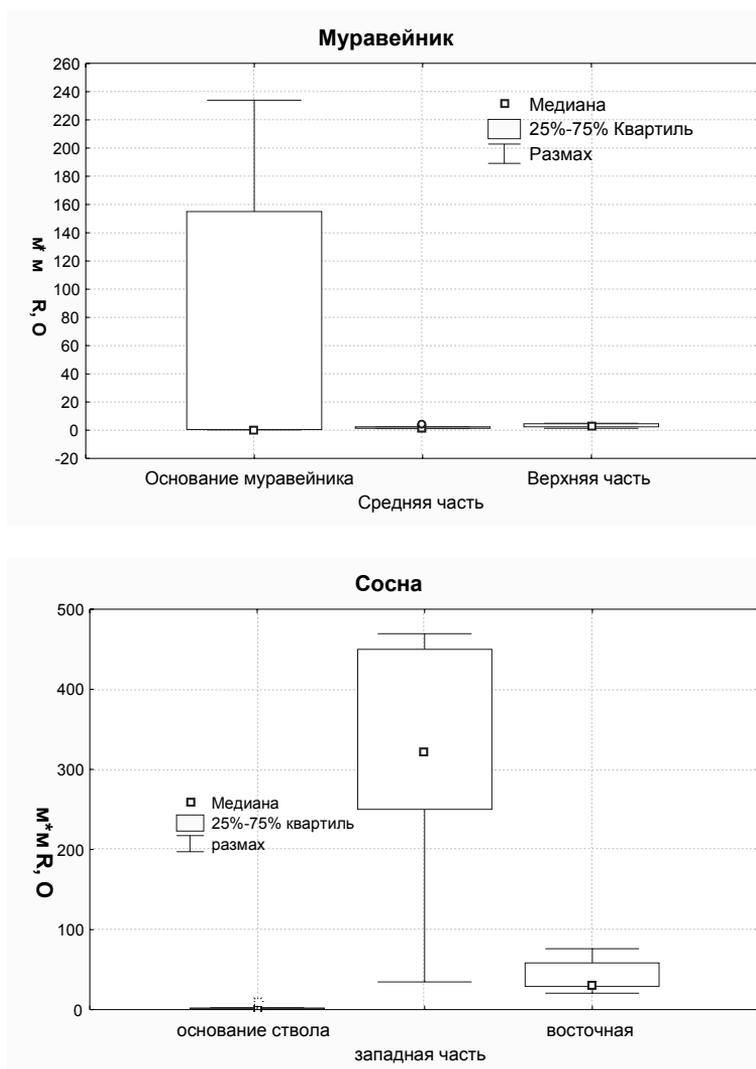


Рис. 3. Удельное электрическое сопротивление (R) элементов муравейника и сосны

УЭС профиля дерново-карбонатной почвы на лёссах, перекрывающих галечно-глыбовый аллювий р. Кынгарги, сцементированный травертином,

колеблется в диапазоне R 0–200 Ом·м. В почвенных горизонтах (А, АВ и В) медианные значения УЭС одинаковы (рис. 4), хотя сами горизонты различаются по морфологическим, физическим и химическим свойствам. Информативными оказались величины разброса и квантили: в горизонте АВ они минимальны. Почвообразующие породы (лессовые отложения) и аллювиальные, напротив, характеризуются одинаковыми показателями квантилей (0–170 Ом·м) и разброса, а различаются по медианным величинам. Лессовидные суглинки в дерново-карбонатной почве состоят из мелкоземистой среднесуглинистой части и мелкокаменистой. Вероятно, каменистость по всему профилю почвы и материнской породы – это тот общий фактор, который определяет электрическую проводимость во всех горизонтах.

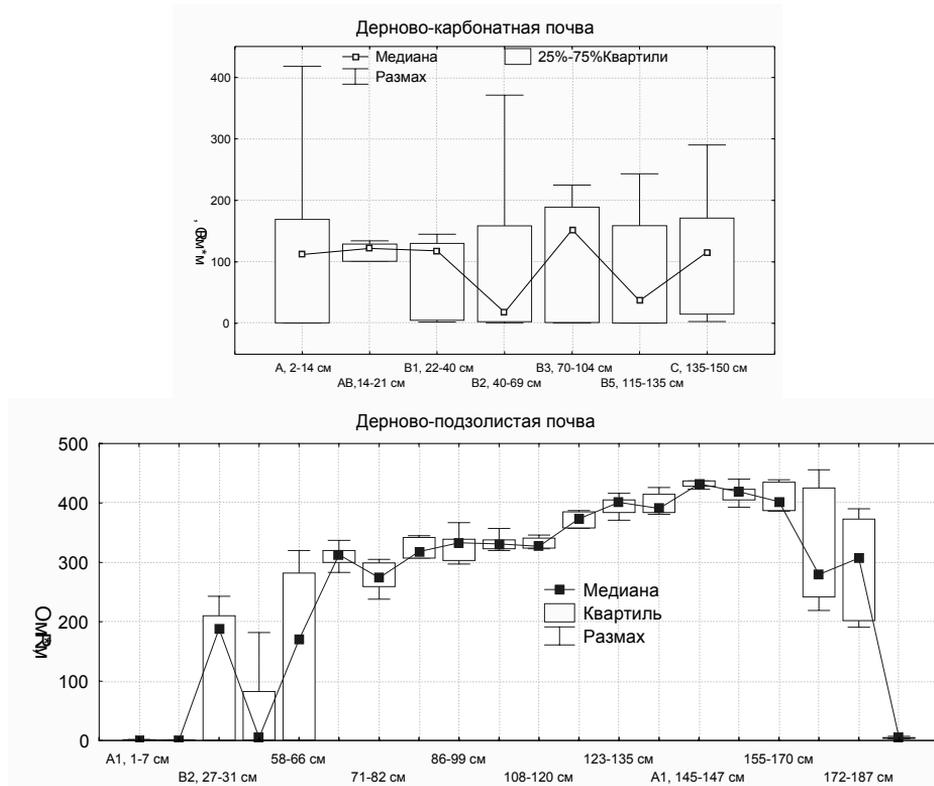


Рис. 4. Статистики УЭС горизонтов дерново-карбонатной и дерново-подзолистой почв, а также лессовидных и аллювиальных отложений

Аллювиальные отложения лессово-почвенной толщи на террасе р. Харимта имеют более высокие значения УЭС – 300–450 Ом·м (см. рис. 4). Они состоят из переслаивающихся отложений сортированного песка и лессовидных опесчаненных горизонтов, перемежающихся с погребенными гумусовыми слоями мощностью 1–3 см. Причем, по УЭС гумусовые горизонты не отличаются от минеральных.

Образовавшаяся на этих отложениях дерново-подзолистая почва в еловом БГЦ характеризуется более низкими показателями УЭС, медианы от 0 до 200 Ом·м. Гумусовый горизонт влажный с высокой электропроводимостью (УЭС = 0). Все почвенные горизонты характеризуются большим разбросом в отличие от подстилающих аллювиальных отложений.

Таким образом, УЭС среднесуглинистой дерново-карбонатной почвы колеблется в интервале 0–120 Ом·м, а подстилающих мелкокаменистых пород – 0–180 Ом·м, хотя все выделенные горизонты различаются по морфологическим и физико-химическим свойствам. УЭС дерново-подзолистой почвы, напротив, четко диагностирует почвенные горизонты, где $R = 0$ –250 Ом·м, широкий диапазон квартилей, и горизонты аллювиальной лессово-почвенной толщи с $R = 300$ –450 Ом·м и низким разбросом. Причем погребенные гумусовые горизонты не отличаются по УЭС от минеральных горизонтов. Вероятно, высокие значения УЭС и низкие квартили аллювиальных отложений р. Харимты обусловлены относительно однородным песчаным и супесчаным составом слоев.

Определение УЭС разных компонентов БГЦ вскрыло определенные закономерности в величине этого параметра. Так, установлено, что мелкие растительные объекты (травы, мхи, лишайники, обломки растительных остатков на муравейнике) обладают в естественных условиях очень низким, практически нулевым УЭС.

УЭС почвенных горизонтов имеет большой разброс значений: 0–250 Ом·м. Травяной, моховой и лишайниковые покровы имеют УЭС близкую к 0. УЭС сосны, кедра, ели и березы зависит от экспозиции ствола, степени обрастания мхами и лишайниками: R от 0 до 400 Ом·м.

Большое варьирование УЭС поверхностных горизонтов почвы определяется колебаниями влажности, гранулометрического состава, степени каменистости и других свойств почв [5]. Часто высокая проводимость (низкая величина УЭС) связана с заметным слоем подстилки, с дерниной. Минеральная почва всегда обладает более высоким УЭС, чем травяной и моховой ярусы и более рыхлые гумусовые горизонты почвы и подстилка.

Стволы деревьев обычно обладают высокой величиной УЭС. Сухие опорные корни и пни срубленных деревьев имеют ЭС выше 1000 (до 4000) Ом·м [7]. Стволы живых деревьев обладают более низким УЭС, что, безусловно, определяется их влажностью, током растворов внутри дерева, эпифитами, развитыми на поверхности стволов. Именно поэтому различаются поверхности стволов южной и северной экспозиции. Сглаживание кривых показывает, что УЭС древесины живых деревьев (без влияния эпифитов) колеблется в пределах 300–400 Ом·м.

Итак, ЭС можно использовать для картирования почвы и подстилки в лесу, для оценки (выявления) предельных структурных элементов в БГЦ.

ЭС позволяет различать живые и мертвые корни древесных растений.

Исследования показывают также, что мелкие растения и растительные остатки обладают очень низким УЭС, независимо от того, живые они или мертвые. Очевидно, последнее связано с гигроскопической влажностью поверхности растений и их остатков в подстилке и образованиях типа муравейник.

Выводы

1. Удельное электрическое сопротивление элементов лесного биогеоценоза Тункинской впадины имеет следующие значения: травяной покров, мхи, муравейник, подстилка, основание ствола деревьев – около 0 Ом·м; ствол деревьев (сосна, береза, кедр, ель) – 200–450 Ом·м; почвенные горизонты – 0–180 Ом·м; песчаные и супесчаные аллювиальные горизонты – 300–450 Ом·м.

2. Статистики показателей УЭС (медиана, разброс и квартили) могут быть диагностическими характеристиками почвенных горизонтов, почвообразующих и материнских пород. В почвенных горизонтах (А, АЕ, АВ, В) – широкий диапазон этих статистик, в песчаных и супесчаных толщах – узкий интервал.

3. УЭС стволов сосны, кедра, ели зависит от экспозиции склона: на северной стороне R всегда ниже, чем на южной. Вероятно, это связано с более высокой влажностью, обусловленной растущими на северной части ствола мхами и лишайниками.

Список литературы

1. *Бяллович Ю. П.* Биогеоценотические горизонты / Ю. П. Бяллович // Бюл. МОИП. Отд. биол. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1961. – Т. 27: вып. 5. – С. 22–29.
2. Особенности агрегатного состава дерново-карбонатных почв на лессах и лессовидных суглинках Восточного Забайкалья / Т. А. Зубкова [и др.] // Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2006. – С. 203–205.
3. *Карпачевский Л. О.* Экологическое почвоведение / Л. О. Карпачевский. – М. : ГЕОС, 2005. – 336 с.
4. Почвенный покров и парцеллярная структура лесного биогеоценоза / Л. О. Карпачевский [и др.] // Лесоведение. – М. : Наука, 2007. – № 6. – С. 107–113.
5. *Позднякова А. И.* Стационарные электрические поля в почвах / А. И. Позднякова, Л. А. Позднякова, А. Д. Позднякова. – М. : КМК Scientific Press Ltd, 1996. – 358 с.
6. *Поздняков А. И.* Электрические свойства почв / А. И. Поздняков // Теория методы физики почв / под ред. Е. В. Шеина, Л. О. Карпачевского. – М. : Гриф и К, 2007. – С. 426–463.
7. *Радюкина А. Ю.* Влияние валежа на свойства дерново-подзолистых почв / А. Ю. Радюкина // Лесоведение. – М. : Наука, 2004. – № 4. – С. 51–60.

Electric resistance of structural elements in the forest biogeocoenoses

T. A. Zubkova, N. A. Martynova, V. M. Belousov

Abstract. It is shown that specific electric resistance (SER) of elements in the East Transbaikalia forest biogeocoenoses has following values: a grassy cover, mosses, an ant hill, a laying, the basis of a trunk of trees – about 0 Ом·m; a trunk of trees (a pine, a birch, a cedar, a fur-tree) – 200–450 Ом·m; soil horizons – 0–180 Ом·m; sandy and sandy alluvial horizons – 300–450 Ом·m. Statistics of indicators SER (a median, disorder and quartile) can be diagnostic characteristics of soil horizons and parent rocks. SER of a pine trunk, a cedar, a fur-tree depends on a slope exposition: on the North side R always more low, than on the southern.

Keywords: Biogeocoenoses, specific electric resistance, soil, an ant hill, a pine, a birch, a cedar, a fur-tree

*Зубкова Татьяна Александровна
доктор биологических наук
Московский госуниверситет им.
М. В. Ломоносова
ведущий научный сотрудник
119991, Москва ГСП-1, Ленинские горы,
д. 1, стр. 12
тел. (495)939-44-47
Белусов Виктор Михайлович
кандидат географических наук, доцент,
Иркутский госуниверситет
664003, Иркутск, ул. Маркса, 1
тел. (3952)52-71-10*

*Мартынова Наталья Александровна
старший преподаватель
Иркутский госуниверситет
664003, Иркутск, ул. Маркса, 1*