

УДК 631.415:581.55

**КИСЛОТНОСТЬ ПОЧВ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ
ВИДОВОГО СОСТАВА ФИТОЦЕНОЗОВ
НЕКОТОРЫХ ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ
КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ РОССИИ**

Несговорова Н.П., Савельев В.Г.

ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», Курган, e-mail: geograf@kgsu.ru

Данное исследование отражает взаимосвязь кислотности почвы и состава фитоценоза охраняемых территорий. С целью доказательства взаимосвязи разработана модель, в которой кислотность почвы является рычагом, запускающим или, наоборот, блокирующим работу механизмов, обеспечивающих степень подвижности и доступности элементов питания растений. Результатом такого действия становится устойчивость фитоценоза. Проверка теоретических положений модели проводилась на фитогеоценозах охраняемых территорий Курганской области (Усть-Уйский бор, дендрарий Ботанического сада КГУ, Суерский бор). На исследуемых территориях была проведена оценка фитоценоза, а также почвенного покрова по соответствующим методикам, которые позволили смоделировать списки биоразнообразия растений на фоне уровня активной, обменной, гидролитической кислотности почвы, отражающих типовые характеристики почвы. Фитоценоз Усть-Уйского бора можно охарактеризовать как суходольный бор с дерновинно-злаково-разнотравьем и участками кустарниковой степи. Основу фитоценоза дендрария Ботанического сада КГУ составляют «Дубовая роща» и «Аллея уссурийской груши». Что касается Суерского бора – бор суходольный, в понижениях рельефа с зеленомошными участками и колками березняков. В процессе исследования подтверждена взаимосвязь кислотно-основных свойств почв и видового состава фитоценозов через жизнеобеспеченность растений. Выявлена сильная отрицательная корреляционная связь между низкими значениями кислотности почвы и количеством видов в фитогеоценозе Суерского бора, а также положительная корреляционная связь между высоким уровнем кислотности почвы и количеством охраняемых видов растений в фитогеоценозе Усть-Уйского бора.

Ключевые слова: кислотность почвы, фитоценоз, видовой состав растительности, корреляционные взаимодействия, охраняемые территории Курганской области

**SOIL ACIDITY AS A FACTOR FOR FORMING THE SPECIES COMPOSITION
OF PHYTOCOENOSIS IN SOME PROTECTED TERRITORIES
OF THE KURGAN REGION OF RUSSIA**

Nesgoverova N.P., Savelev V.G.

Kurgan State University, Kurgan, e-mail: geograf@kgsu.ru

This study reflects the relationship between soil acidity and the composition of the phytocenosis of protected areas. In order to prove the relationship, a model has been developed in which soil acidity is a lever that triggers or, conversely, blocks the operation of mechanisms that ensure the degree of mobility and availability of plant nutrients. The result of this action is the stability of the phytocenosis. Verification of the theoretical provisions of the model was carried out on phytogeocenoses of protected areas of the Kurgan region (Ust-Uisky pine forest, arboretum of the Botanical Garden of KGU, Suersky pine forest). In the study areas, an assessment of the phytocenosis, as well as the soil cover, was carried out using the appropriate methods, which made it possible to model the lists of plant biodiversity against the background of the level of active, exchangeable, hydrolytic soil acidity, reflecting the typical characteristics of the soil. The phytocenosis of the Ust-Uisky pine forest can be characterized as a dry forest with turf-grass-forbs and areas of shrub steppe. The basis of the phytocenosis of the arboretum of the Botanical Garden of KGU is the Oak Grove and the Alley of the Ussuri Pear. As for the Suersky pine forest, it is a dry pine forest, in relief depressions with green moss areas and birch groves. The study confirmed the relationship between the acid-base properties of soils and the species composition of phytocenoses through the vitality of plants. A strong negative correlation was found between low soil acidity and the number of species in the phytogeocenosis of the Suersky pine forest, as well as a positive correlation between a high level of soil acidity and the number of protected plant species in the phytogeocenosis of the Ust-Uisky pine forest.

Keywords: soil acidity, phytocenosis, species composition of vegetation, correlation interactions, protected areas of the Kurgan region

Актуальность работы состоит в том, что кислотно-щелочные свойства почв определяют подвижность и доступность для питания растений микро- и макроэлементов, видовой состав и активность почвенной микрофлоры, скорость минерализации органических остатков и многие другие процессы.

Кислотно-основные свойства почв – важный фактор в обеспечении питания растений.

Л.Г. Исаева, Е.В. Гавриленко доказали, что в кислых почвах значительно выражен дефицит элементов питания вследствие выщелачивания растворимых солей [1]. В щелочных почвах, по мнению О.И. Клименко, А.С. Ивановой, фосфор, кальций, магний, железо и другие элементы переходят в нерастворимые соединения и становятся труднодоступными для растений [2].

Таким образом, кислотно-основные свойства почв могут существенно влиять на видовой состав фитоценозов и жизнеспособность растений.

Проблемой работы является предположение о том, какое влияние оказывает кислотность почвы на состав фитоценоза охраняемых территорий и какие факторы ее определяют?

Объект исследования – почвы и фитоценоз охраняемых территорий.

Предмет исследования – влияние кислотности почв на формирование состава фитоценозов охраняемых природных территорий.

Цель исследования – построить модель влияния кислотности почв на почвенные факторы формирования фитоценозов охраняемых территорий, провести опытно-экспериментальную работу по определению взаимосвязи свойств почв в фитогеоценозах различных охраняемых природных территориях и состава фитоценозов.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования были выбраны фитогеоценозы некоторых охраняемых территорий Курганской области [3, 4].

Первый объект – памятник природы регионального значения Усть-Уйский бор. Усть-Уйский бор располагается на юге Курганской области в пойме реки Уй по левому берегу. Одной из особенностей бора является произрастание на его территории можжевельника казацкого. Возраст основной лесообразующей породы, сосны лесной, составляет 90 лет.

Второй объект – дендрарий Ботанического сада Курганского государственного университета, который был заложен в 1960-х гг. Ботанический сад располагается в черте г. Кургана на правом берегу р. Тобол. Возраст древесной флоры составляет 57 лет.

Третий объект – памятник природы регионального значения Суерский бор. Бор располагается на правобережной террасе р. Суерь. Возраст основной лесообразующей породы, сосны лесной, составляет 75 лет.

Геоботаническое описание территорий проводилось с 2018 по 2021 г. в летнее время по методикам К.К. Полуяхтова, Т.А. Работнова, Л.Г. Раменского. На территории каждого объекта были заложены пробные площади размером 25*25 м², разбросанные случайным образом. На заложенных площадях проводился сбор растений, их морфометрический осмотр, с последующей гербаризацией и определением видового со-

става, проводился учет обилия видов, отмечалась жизненность растений [5].

Определение видового состава растительности проводили на основе списка видов Н.И. Науменко для флоры Южного Зауралья с опорой на определители флоры Тюменской области (В.А. Глазунов и др.), Томской области (Н.Ф. Вылцан), определитель растений средней полосы европейской части СССР (М.И. Нейштадт) [6].

На каждой территории размером 25*25 м² по диагонали были отобраны образцы почвы, в центре закладывался почвенный профиль с его описанием. Почвенный профиль описывали по общепринятым методикам с опорой на труды Б.Г. Розанова «Морфология почв» [7]. Определение типов почв в полевых условиях проводили на основе работ В.Д. Наумова по направлению «География почв. Почвы России», а также результатов лабораторного анализа [8].

Отбор проб и пробоподготовка проводились в соответствии с методикой ГОСТ Р 58595-2019 Почвы «Отбор проб» [9].

В лаборатории комплексных экологических исследований кафедры географии, фундаментальной экологии и природопользования Курганского государственного университета проводили химический анализ почв.

Активная кислотность (актуальная) почвенного раствора ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$) определяется количеством ионов водорода, образующихся при диссоциации кислот, содержащихся в почвенном растворе навески почвы.

Обменная кислотность почвы (pH_{KCl}) определяется обменными катионами водорода и алюминия, которые переходят в почвенный раствор из почвенного поглощающего комплекса при взаимодействии с нейтральными солями.

Гидролитическая кислотность ($\text{pH}_{\text{CH}_3\text{COONa}}$) – количество ионов водорода, которые вытесняются из почвы водным раствором солей слабых кислот и сильных щелочей.

Активную и обменную кислотность почв определяли потенциометрическим методом, а гидролитическую кислотность почв титриметрическим методом на основе методик ГОСТ (ГОСТ 26483-85. Почвы «Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО», ГОСТ 26212-91. Почвы «Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО») [10].

Статистическая обработка материала проводилась на основе корреляционно-

го анализа. Расчет коэффициентов корреляции Пирсона проводился в программе Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ научной литературы (работы Л.Г. Исаева, Е.В. Гавриленко, О.И. Клименко, А.С. Ивановой) позволили разработать модель влияния кислотности почвы на фитоценоз. В данной модели основным фактором, влияющим на фитоценоз (разнообразие растений и обилие растений фитоценоза), является кислотность почв (актуальная, обменная, гидролитическая). Кислотность почвы запускает или блокирует работу механизмов, обеспечивающих степень доступности элементов питания для роста и развития растений. Как следствие, влияет на устойчивость фитоценоза.

Результаты исследования кислотности почв. Почвы дендрария ботанического сада Курганского государственного университета по уровню активной кислотности почвенного раствора являются в основном щелочными с диапазоном колебания pH_{H_2O} от 7,6 до 8,4. Что касается почв Суерского бора, то они характеризуются нейтральной реакцией почвенного раствора (pH_{H_2O} 6,8). А вот водородный показатель почвенного раствора для почв Усть-Уйского бора неоднозначен, среди них есть почвы с нейтральной и щелочной реакцией.

Обменная кислотность проб почв дендрария ботанического сада является неоднородной и изменяется от слабокис-

лых значений до щелочных с диапазоном от 6,4 до 8,0.

Все пробы почв Суерского бора характеризуются слабокислой и нейтральной реакцией (pH_{KCl} 6,2–6,8).

Такие результаты можно объяснить тем, что ионы, определяющие обменную кислотность, подкисляют нейтральный почвенный раствор, увеличивая актуальную кислотность в процессе взаимодействия твердой фазы почвы с катионами растворимых солей, образующихся при минерализации органических веществ.

Обменная кислотность почв Усть-Уйского бора аналогична актуальной кислотности почвенного раствора. Выявлено, что в пойме р. Уй почвы проявляют слабокислый характер обменной кислотности, что способствует перенасыщению солями пойменных почв р. Уй, в прибрежной зоне отсутствует растительность, способная поглощать и накапливать соли.

На основе результатов оценки гидролитической кислотности следует вывод, что почвы дендрария являются нейтральными, а Усть-Уйского и Суерского боров – кислыми. Причем почвы Суерского бора более кислые по уровню гидролитической кислотности (рис. 1).

В целом на основе полевых исследований почвенных профилей и результатов лабораторного анализа выявлено, что преобладающим типом почв для Усть-Уйского и Суерского боров является серая лесная почва с расположенным на ней сосновыми лесами.

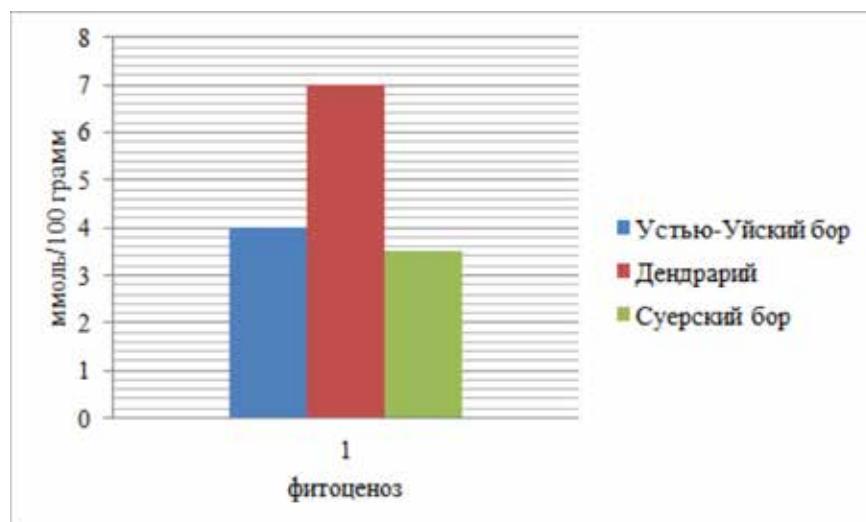


Рис. 1. Гидролитическая кислотность почв исследуемых фитоценозов

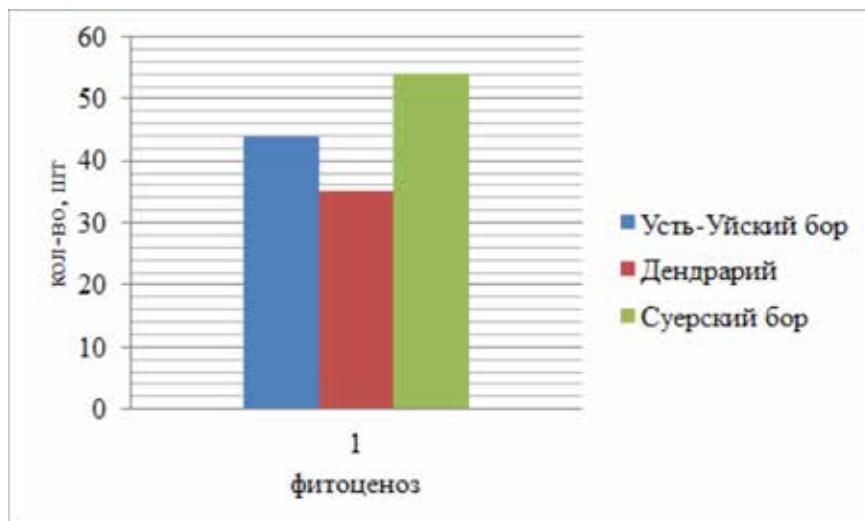


Рис. 2. Количество выявленных видов в исследуемых сообществах

На территории Усть-Уйского бора встречаются пятна боровых песков, чернозема обыкновенного, аллювиальных почв и солонцов. В Суерском бору отмечены пятна чернозема выщелоченного, аллювиальных почв и солоди. В дендрарии ботанического сада преобладает чернозем обыкновенный.

Результаты исследования фитоценозов. Фитоценоз Усть-Уйского бора можно охарактеризовать как суходольный бор с дерновинно-злаково-разнотравьем с участками кустарниковой степи.

Основу фитоценоза дендрария ботанического сада КГУ составляют дубовая роща и аллея уссурийской груши.

Что касается Суерского бора – бор суходольный, в понижениях рельефа

с зеленошими участками и колками березняков.

Наиболее богат по количеству видов фитоценоз Суерского бора по сравнению с сообществами Усть-Уйского бора и дендрария ботанического сада КГУ (рис. 2).

В исследуемых сообществах количество видов распределяется в яруса неравномерно. В древесном ярусе дендрария выявлено больше видов, чем в двух других фитоценозах (рис. 3).

Основу древесного яруса Суерского бора составляют сосна лесная, береза Крылова, в Усть-Уйском бору сосна лесная и дендрарии ботанического сада – тuya западная, дуб обыкновенный, груша уссурийская, черемуха виргинская, яблоня ягодная.

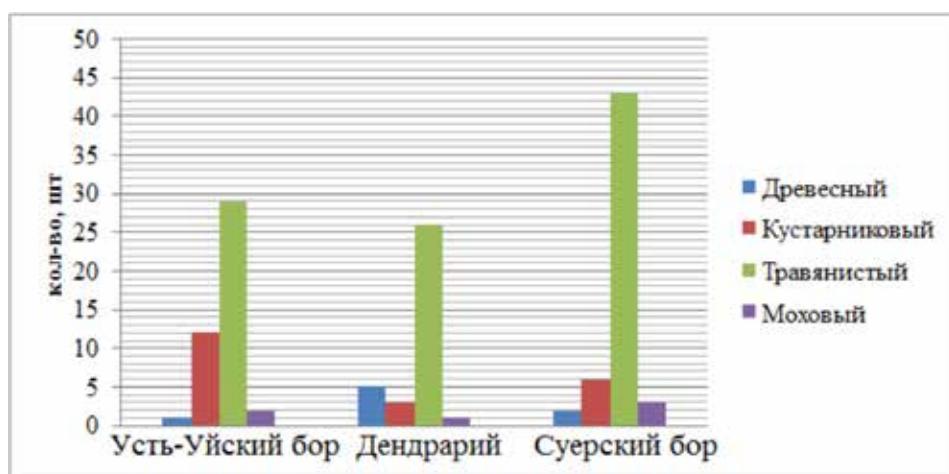


Рис. 3. Количество выявленных видов в яруса исследуемых сообществ

Кустарниковый ярус Усть-Уйского бора более многочислен по количеству видов. Ярус составлен можжевельником казацким, жостером слабительным, дроком красильным, караганой кустарниковой, ракитником русским, шиповниками майским, гололистным и горенковским, таволгой городчатой, жимолостью татарской.

В кустарниковом ярусе Суерского бора отмечены следующие виды: ива пепельная, ива козья, боярышник кроваво-красный, шиповник майский, кизильник черноплодный.

В дендрарии выявлены – боярышник крупноплодный, облепиха крушиновая, смородина черная, ирга обыкновенная.

Наиболее богат количеством видов травянистый ярус во всех фитоценозах, но особенно в Суерском бору. Здесь выявлены: хвоши зимующий, луговой, лесной, плаун булавовидный, осоки заячья, гвоздичная, вейник наземный, мятыник луговой, полевица гигантская, купена душистая, ластовень степной, клевер средний, люпиновик пятилисточковый.

В Усть-Уйском бору: осока ранняя, ковыль перистый, мятыники степной, узколистный, овсяница ложноовечья, тимофеевка степная, лабазник степной, кермек Гмелина, полыни австрийская, рассеченнолистная.

В дендрарии: мятыник луговой, вейник наземный, бодяк полевой, астра степная, ромашка лекарственная, осот полевой, мать и мачеха; василек сибирский, полынь горькая, цикорий обыкновенный, амория ползучая, донник лекарственный, гвоздика травянка, костянка лесная, лапчатка гусиная, земляника лесная, подорожник большой, выон полевой, купена многоцветковая.

Количество охраняемых видов наиболее широко представлено в Усть-Уйском

бору по сравнению с другими исследуемыми фитоценозами. В Усть-Уйском бору произрастают редкие виды растений: лилия саранка, ковыль перистый, горицвет весенний, алтей лекарственный, астрагал крупноногий, гвоздика Борбаша, солодка Коржинского и др.

В Суерском бору можно встретить: дифазиаструм Зейлера, щитовник мужской, щитовник гребенчатый, лилию саранку, ковыль перистый, венерин башмачок настоящий, грозовник виргинский, дремлик темнокрасный, кокушник комариный, любку двулистную, синюху голубую, ятрышник шлемоносный, купальницу европейскую, горицвет весенний.

В дендрарии: пальчатокоренник мясокрасный, Фукса, венерин башмачек настоящий, ятрышник шлемоносный, любку двулистную (рис. 4).

Результаты корреляционного анализа. Выявлена отрицательная сильная корреляционная связь между кислотностью почвы и количеством видов в фитогеоценозе Суерский бор ($r = -0,86$). Низкие значения актуальной, обменной и гидролитической кислотности почв обеспечивают высокую подвижность и доступность элементов питания именно для данных растений, произрастающих в фитоценозе Суерского бора.

Выявлена положительная корреляционная связь между высоким уровнем кислотности почвы и количеством охраняемых видов растений ($r = 0,81$) в фитогеоценозе Усть-Уйского бора.

На основании результатов корреляционного анализа между кислотностью почв и количеством видов в ярусах дендрария можно сделать вывод о том, что выявлены слабые связи.

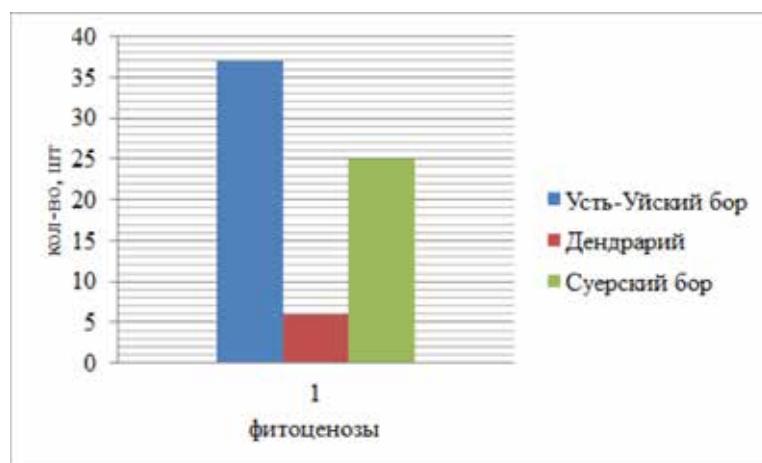


Рис. 4. Количество охраняемых видов в исследуемых сообществах по Н.И. Науменко

Объяснить это можно тем, что дендрарий – искусственно созданное сообщество, на территории которого более высокая антропогенная нагрузка и он более подвержен действию антропогенных факторов (выбросы загрязняющих веществ от передвижных и стационарных источников).

Для фитогеоценозов Усть-Уйского и Суерского боров характерно большинство сильных корреляционных связей между кислотностями почв и количеством видов в ярусах. Что может говорить о тесном взаимодействии кислотности с видовым богатством, так как данные территории являются естественными ненарушенными природными.

Выводы

1. Кислотность почв исследуемых фитогеоценозов различна. Активная кислотность почвенного раствора характеризуется щелочной реакцией почвы дендрария Ботанического сада, слабощелочной реакцией почвы Усть-Уйского бора, нейтральной реакцией почвы Суерского бора. Обменная кислотность почв дендрария ботанического сада изменяется от слабокислых значений до щелочных. Все пробы почв Суерского бора характеризуются нейтральной и слабокислой реакцией (pH_{KCl} 6,2–6,8). Обменная кислотность почв Усть-Уйского бора аналогична актуальной кислотности почвенного раствора. По уровню гидролитической кислотности почвы дендрария относятся к нейтральным, а Усть-Уйского и Суерского боров – к кислым.

2. Преобладающим типом почв для Усть-Уйского и Суерского боров является серая лесная почва с расположенным на ней сосновыми лесами. В Усть-Уйском бору встречаются пятна боровых песков, чернозема обыкновенного, аллювиальных почв и солонцов. В Суерском бору отмечены пятна чернозема выщелоченного, аллювиальные почвы и солоди. В дендрарии ботанического сада преобладает чернозем обыкновенный.

3. Фитоценоз Усть-Уйского бора можно охарактеризовать как суходольный бор с дерновинно-злаково-разнотравьем и участками кустарниковой степи. Основу фитоценоза дендрария Ботанического сада КГУ составляют «Дубовая роща» и «Аллея уссурийской груши». Что касается Суерского бора – бор суходольный, в понижениях рельефа с зеленошмышными участками и колками березняков.

4. Наиболее богат количеством видов фитоценоз Суерского бора по сравнению с Усть-Уйским бором и дендрарием ботанического сада КГУ. В исследуемых сооб-

ществах количество видов распределяется в ярусах неравномерно. В древесном ярусе дендрария выявлено больше видов, чем в двух других фитоценозах. Кустарниковый ярус Усть-Уйского бора многочисленнее по количеству видов. Наиболее богат количеством видов травянистый ярус во всех фитоценозах, особенно в Суерском бору.

5. Количество охраняемых видов наиболее многочисленно в Усть-Уйском бору по сравнению с другими исследуемыми фитоценозами.

6. Выявлена отрицательная сильная корреляционная зависимость между низким уровнем кислотности почвы и количеством видов в фитогеоценозе Суерского бора ($r = -0,86$). Вероятно, низкие значения кислотности почв обеспечивают высокую подвижность и доступность элементов питания для растений фитоценоза Суерского бора. Выявлена положительная корреляционная связь между высоким уровнем кислотности почвы и количеством охраняемых видов растений ($r = 0,81$) фитогеоценоза Усть-Уйского бора.

Список литературы

1. Гавриленко Е.В., Исаева Л.Г. Микоризообразование, кислотность и химический состав почв старовозрастных сосновых лесов Кольского полуострова // Грибы в природных и антропогенных экосистемах: труды международной конференции, посвященной 100-летию научной работы профессора А.С. Бондарцева в Ботаническом институте им. В.Л. Комарова РАН (Санкт-Петербург, 24–28 апреля 2005 г.). Т. 1. СПб., 2005. С. 123–127.
2. Клименко О.И., Иванова А.С., Клименко Н.И. Влияние щелочности почвы на подвижность элементов питания растений // Бюллетень государственного Никитского Ботанического сада. 2007. № 95. С. 46–50.
3. Особо охраняемые природные территории Курганской области / Под ред. И.Н. Некрасова. Курган, 2014. 188 с.
4. Несголоворова Н.П., Прудова Н.Г., Савельев В.Г., Волкова Н.Г. Стоково-обменные процессы анионов в почвах охраняемых территорий и устойчивость растительных сообществ // Региональные проблемы развития Дальнего Востока России и Арктики: тезисы докладов II Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции, посвященной памяти камчатского ученого Р.С. Моисеева (Петропавловск-Камчатский, 09–10 декабря 2021 г.). Петропавловск-Камчатский: Изд-во Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН, 2021. С. 57–62.
5. Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М., 1938. 620 с.
6. Глазунов В.А., Науменко Н.И., Хозяинова Н.В. Определитель сосудистых растений Тюменской области. Тюмень: РГ «Проспект», 2017. 744 с.
7. Несголоворова Н.П., Савельев В.Г. Почвоведение с основами экологии почв (региональный компонент). Курган: Курганский государственный университет, 2020. 299 с.
8. Наумов В.Д. География почв. Почвы России. М.: Проспект, 2016. 345 с.
9. Несголоворова Н.П., Иванцова Г.В., Неумывакина Н.А., Савельев В.Г. Организация научно-исследовательской деятельности студентов: теоретико-прикладной аспект. Курган: Курганский государственный университет, 2017. 352 с.
10. Ванчикова Е.В., Шамрикова Е.В., Беспятых Н.В., Кызыюрова Е.В., Кондратенок Б.М. Метрологическая оценка методики измерений содержания кислот и ионов металлов, обуславливающих обменную кислотность почв. Почвоведение. 2015. № 2. С. 188.