

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПОД ЗЕЛЕНЬМИ НАСАЖДЕНИЯМИ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ Г. ВОРОНЕЖА

М. А. Клевцова, В. В. Сиваченко, Ю. Н. Давыдова, И. П. Феоктистова

*Воронежский государственный университет, Россия*

*Поступила в редакцию 5 марта 2013 г.*

**Аннотация:** Проведен физико-химический анализ верхнего почвенного горизонта под зелеными насаждениями правобережья г. Воронежа. Охарактеризованы кислотно-основные свойства почв, гранулометрический состав; определено валовое содержание гумуса. Разработаны рекомендации по улучшению состояния почвенного покрова и оптимизации условий произрастания растений.

**Ключевые слова:** почвенный покров, физико-химические свойства почв, зеленые насаждения, урбанизированная среда.

**Abstract:** Physical and chemical analyses of the upper soil horizon were held under the greenery of the Right Bank in Voronezh. Acid-base properties of soils, granulometric structure were characterized and the total contents of humus were determined. Recommendations on improvement of condition of soil cover and optimization of the conditions of growing plants are developed.

**Key words:** soil cover, physical and chemical properties of soils, green spaces, urban environment.

Зеленые насаждения общего пользования г. Воронежа являются неотъемлемой частью городской экосистемы и выполняют важные санитарно-гигиенические и экологические функции, создают комфортную обстановку на городских улицах [6].

В последнее время, все более актуальными становятся вопросы восстановления и повышения устойчивости, декоративности и других, многообразных средоохраняющих и средоформирующих свойств зеленого фонда города, в связи, с чем назревает потребность в организации мониторинга зеленых насаждений.

С помощью мониторинга удастся своевременно обнаружить неблагополучные по состоянию участки, выявить случаи массового и локального усыхания зеленых насаждений и преждевременного опадания под влиянием неблагоприятных факторов воздействия; собрать материалы для обоснования и принятия управленческих решений природоохранного характера с использованием эколого-экономических критериев и с учетом средообразующих функций и целевого назначения зеленых насаждений общего пользования.

В связи с ростом урбанизации и проведения мониторинга зеленых насаждений повысилось внимание и к городским почвам. С участием почв в антропогенных экосистемах города протекают биогеохимические циклы различных химических веществ (природного и техногенного происхождения), которые являются питательным субстратом для выращиваемых растений [17].

Таким образом, наибольшее значение в городской среде имеют плодородие этих почв, пригодность их для произрастания зеленых насаждений. Почвы служат банком для семян, регулятором газового обмена, а благодаря специфическим биогеохимическим свойствам и огромной активной способностью поверхностной части, почва способна задерживать загрязняющие вещества. Одновременно почва становится одним из важнейших биогеохимических барьеров для многих техногенных веществ (вырабатываемых в городской среде, и изменяющие важнейшие свойства почв) [10].

В структуру мониторинга зеленых насаждений общего пользования (ЗНОП) входит и почвенный мониторинг, который должен обеспечить, прежде всего, контроль выполнения почвой ее важнейших функций. В городской среде почвы выполняют практически те же функции, что и в природных

экосистемах, например, как: перевод поверхностных сточных вод в грунтовые, и их очищение; защитный барьер от вертикального проникновения химического и биологического загрязнения; биогеохимическое преобразование грунтов, мусора и свалок; газопоглотительный барьер антропогенных газовых примесей: от автотранспорта, ТЭЦ, заводов; регулирование газового состава атмосферы и ее очищения (выделение и поглощение почвой газов); среда обитания макро-, микро-, мезобиоты; основа биопродуктивности; санитарный барьер [10].

Также одной уникальной и незаменимой функцией почвы является ее плодородие, что нужно для роста и развития растительного покрова. Соответственно, контроль сохранения в условиях антропогенного воздействия почвами физических, химических, биологических свойств, которые обеспечивают их плодородие, – это одна из важнейших специфических задач почвенного экологического мониторинга, а, следовательно, и мониторинга зеленых насаждений.

Мы концентрировали внимание на верхний почвенный горизонт (0-25 см) на площади озелененных территорий общего пользования правобережья г. Воронежа. Все точки отбора располагались в скверах. Соотношение функциональных зон согласно нормативам составляет: зеленые насаждения – 69 %, дороги и площадки – 28 %, сооружения – 3 % [12].

Все городские ЗНОП характеризуются сильно нарушенными почвами, полностью или частично искусственным происхождением растительности, отсутствием стабильных связей между компонентами биоценоза, сокращением продолжительности жизни древесных растений.

Согласно ГОСТу 17.4.4.02-84 «Почвы. Методы отбора и подготовки почв для химического, бактериологического и гельминтологического анализа» в июле 2012 г. проводился отбор проб для оценки экологического состояния почв естественного и нарушенного сложения (рис. 1).

Отбор проб почвы осуществляли методом «квadrата». Физико-химический анализ почв проводился на базе эколого-аналитической лаборатории ВГУ.

В ходе исследования использовались следующие методы: 1) визуальное определение гранулометрического состава почвы; 2) ситовой гранулометрический анализ; 3) определение pH водной вытяжки в соответствии с ГОСТом 26423-85 «Почвы»; 4) приготовление солевой вытяжки и определение pH по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85

ПОЧВЫ); 5) метод сухого озоления почвенных проб; 6) метод определения гигроскопической воды по ГОСТу 28268-89; 7) определение валового (общего) содержания гумуса по методу М. В. Тюрина в модификации В. Н. Симакова.

Механическим, или гранулометрическим анализом почвы называют определение содержания в ней механических элементов, т.е. частиц различного размера – метод разделения на фракции почвенной пробы. Механический состав почвы является важной характеристикой, необходимой для определения производственной ценности почвы, ее плодородия, способов обработки и т.д. От механического состава зависят почти все физические и физико-механические свойства почвы: влагоемкость, водопроницаемость, порозность, воздушный и тепловой режим [11].

Для качественного определения гранулометрического состава мы использовали «сухой» и «мокрый» способ. «Мокрый» способ еще называют «методом шнура». В результате использования последнего из вышеназванных методов получены следующие данные. По гранулометрическому составу почвы относятся к трем категориям: тяжелый суглинок (точки № 1, 2, 3, 5, 8, 11, 14, 17, 18), средний суглинок (точки № 6, 7, 9, 12, 13, 16, 19), легкий суглинок (точка № 4, 10), супесь (точка № 15).

Ситовой гранулометрический анализ позволяет разделить почвенную пробу на фракции с разным размером почвенных частиц. Это важно, т.к. частицы разного размера неодинаковы по составу и обладают, разными свойствами. От гранулометрического состава зависят и физико-химические свойства почв. В почве механические элементы агрегированы в структурные отдельности, поэтому гранулометрический состав изучают после разрушения почвенных агрегатов физическими (растирание, кипячение) или химическими методами. Механические элементы почвы классифицируют по размеру. Так, частицы размером менее 1 мм называют мелкоземом. Мелкозем образует основную массу почвы. Частицы крупнее 1 мм носят название скелета почвы. Его участие в почвообразовании невелико, наоборот, скелетные почвы обладают рядом неблагоприятных агрофизических свойств. Гранулометрический состав определяет удельную поверхность почв (суммарную поверхность всех частиц породы, почвы на 1 г), следовательно, влияет на гумусонакопление, питание растений, обменные реакции в почве [1].

Гранулометрический состав выражается, прежде всего, в виде массовых процентов фрак-



Рис. 1. Месторасположение точек отбора проб почвы

**Центральный район:** 1) Первомайский сад; 2) Петровский сквер; 3) Кольцовский сквер; 4) сквер ДК «Карла Маркса»; 5) сквер «Спартаковский»; 6) сквер «Надежда»; 7) стела «Победа».

**Коминтерновский район:** 8) сквер «Мемориальный»; 9) сквер «Привольный»; 10) сквер «Политехнический»; 11) сквер «Московский»; 12) сквер «Солнечный».

**Ленинский район:** 13) сквер им. Куцыгина; 14) сквер им. Пушкина; 15) сквер им. Бунина; 16) сквер «Комсомольский».

**Советский район:** 17) сквер «Школьный»; 18) сквер «Примирения и согласия»; 19) сад при ДК им. 50-лет Октября

ций гранулометрических частиц различного размера (рис. 2).

По содержанию агрегатов размером более 3 мм (в % от массы почвы) выделяют почвы: некаменистые –  $\leq 0,5$ , слабокаменистая – 0,5-5, среднекаменистые – 5-10 и сильнокаменистые – более 10 [8]. Почвенные образцы из точек № 1, 4, 6, 15 можно отнести к «сильнокаменистым», что можно объяснить присутствием в почве частиц строительного мусора в виде битого кирпича, стекла, бето-

на и т.п. Наличие так называемых «камней» затрудняет рост и развитие растений, в частности газонных трав и декоративных цветов.

Естественно, что количество самых крупных агрегатов (глыб) и самых мелких (пылеватой части почвы), указывает на неблагоприятное агрофизическое состояние почвенной структуры. Агрегаты размерами 10-0,25 мм – самые важные, они придают почвенной структуре ее уникальное строение в виде почвенных комочков с поровым про-



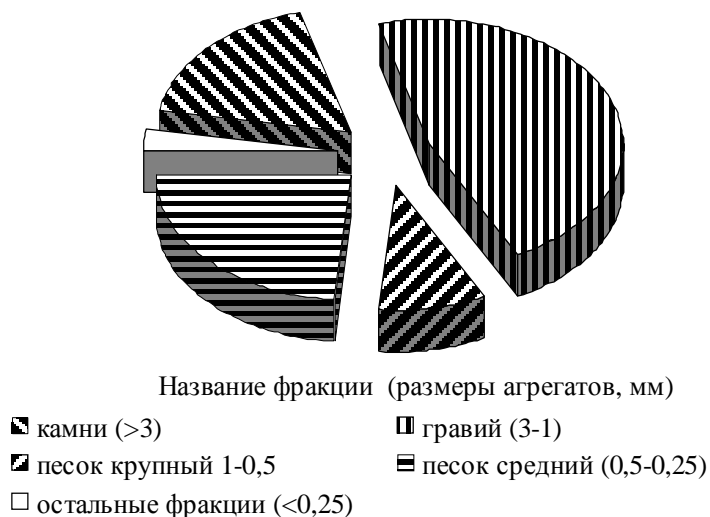


Рис. 2. Результаты сухого фракционирования почв (Первомайский сад)

странством и определяют почвенное плодородие. Поэтому их и называют агрономически ценными и пользуются обычно следующими качественными оценками структуры на основании количества агрегатов именно этого агрономически ценного диапазона 10-0,25 мм: больше 60% – отличное агрегатное состояние; 60-40 – хорошее; меньше 40% – неудовлетворительное. По данному показателю все образцы имеют отличное агрегатное состояние ( $\sum (10-0,25)$  мм составляет от 73,26 до 96,65%).

Используют и так называемый коэффициент структурности  $K_{стр}$ :

$$K_{стр} = \frac{\sum (10-0,25 \text{ мм})}{\sum (>10 \text{ мм}, 0,25 \text{ мм})}$$

Как видно из приведенного выражения, этот коэффициент также основан на количестве агрономически ценных агрегатов. Соответственно, и диапазоны  $K_{стр}$ , используемые для качественной оценки структуры, составляют: больше 1,5 – отличное агрегатное состояние; 1,5-0,67 – хорошее; меньше 0,67 – неудовлетворительное [1, 14, 15]. Все, исследуемые образцы почв имеют коэффициент структурности более 2,7, что также подтверждает отличное агрегатное состояние.

Кислотно-основные свойства почв оцениваются при решении практически любых проблем почвоведения, агрохимии, мелиорации, экологии. От кислотно-основных свойств зависит рост и развитие растений; влияют они и на многие другие свойства: подвижность химических элементов, их доступность для растений [13]. Для оценки кислотности и щелочности почв используют две группы показателей: рН водной и солевой вытяжек.

Различают актуальную и потенциальную кислотность. Актуальная кислотность – это активная концентрация ионов водорода (рН) в почвенном растворе (водная вытяжка) и определяется потенциометрически. Этот вид кислотности непосредственно действует на корневую систему и почвенные микроорганизмы. Но рН водной вытяжки величина неустойчивая и меняется даже в течение одного вегетативного периода [9]. Для оценки «водного рН» почв использовалась шкала, принятая В. В. Добровольским (1999).

Величина рН солевой вытяжки характеризует содержание в почве обменного водорода и дает представление об обменной кислотности почвы. Обменная кислотность почвы обусловлена присутствием в ее твердой фазе (в почвенно-коллоидном комплексе) поглощенного водорода.

Обменная кислотность является одним из видов потенциальной кислотности почв. В водную вытяжку обменный водород не переходит, но легко вытесняется солевым раствором. Поэтому при внесении в почву больших количеств физиологически кислых минеральных удобрений в форме нейтральных солей он переходит в почвенный раствор и подкисляет его. Почвенный раствор может при этом обогащаться вредными для растения ионами алюминия и марганца. По этой причине обменная кислотность является более вредной для растений формой почвенной кислотности. Величина обменной кислотности обычно выражается в единицах рН солевой (КСl) вытяжки из почв.

Физико-химический анализ почв в 2012 г. показал, что актуальная кислотность колеблется от 6,83 до 8,28. Только в трех точках Центрального

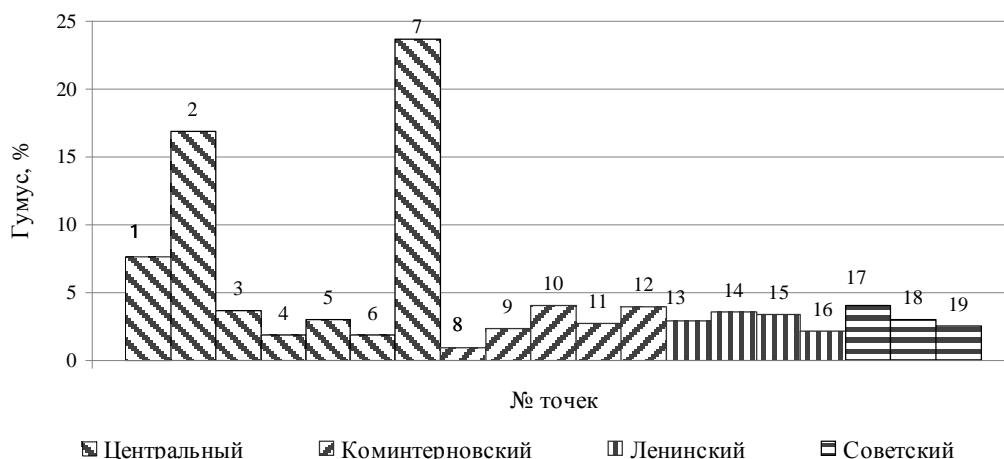


Рис. 3. Среднее содержание гумуса по административным районам

района почвы относятся к нейтральным, на остальных участках рН – слабощелочная или щелочная. По показателю обменной кислотности исследуемые почвы относятся к нейтральным [7].

Гигроскопической называют воду, адсорбированную почвой из воздуха и выделяющуюся из нее в процессе высушивания при температуре 105 °С. Гигроскопическая вода (W, %) находится в равновесии с парообразной водой атмосферы и характеризует влажность воздушно-сухой почвы.

Содержание гигроскопической воды в почве колеблется от десятых долей до нескольких процентов и зависит, во-первых, от длительности и условия хранения образца, во-вторых, от свойств и состава самой почвы [16]. Так в точках №3, 8, 12, 17, 18 содержится менее 1% гигроскопической влаги; в точках №1, 2, 6, 7, 9, 11, 14, 15, 19 – колеблется от 1 до 2%; в точках №4, 5, 10, 13, 16 – более 2%. Гигроскопическая влажность используется для пересчета результатов различных анализов воздушно-сухой почвы на абсолютно-сухую. Для этого рассчитывается коэффициент гигроскопичности почвы ( $K_{wl}$ ), на который умножают результаты анализа воздушно-сухой почвы (во всех образцах больше 1).

Определение валового (общего) содержания гумуса по методу М.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова основано на мокром озолении органических соединений почвы. Гумусом, или перегноем, называют сложный динамический комплекс органических соединений, образующихся при разложении и гумификации органических остатков в почве. Он служит источником азота, фосфора, серы, т.е. в целом выступает источником минерального питания для растений.

Таким образом, на основе расчетов содержания гумуса можно сделать вывод о том, что исследуемые почвы на территории Первомайского сада, Петровского сквера, сквера у стелы «Победа» относятся к гумусовым (>4%).

Большая часть образцов представлена среднегумусовыми (3,0-4,0) и малогумусовыми (2-3%) почвами. Слабогумусированными (1-2%) являются почвенные пробы, взятые с территории скверов «Надежда» и ДК «Карла Маркса», очень слабо гумусированные (<1%) почвы представлены в сквере «Мемориальный» (рис. 3). Различия в содержании гумусовых веществ на территории скверов можно объяснить внесением почвогрунтовых смесей, используемых для создания газонов и цветников.

Главное отличие городских почв от природных заключается в том, что городские почвы обычно сильно загрязнены (особенно их верхняя часть) битумно-асфальтовыми смесями, сажей, нефтепродуктами. Поэтому для городских почв правильнее говорить о содержании органического углерода ( $C_{орг.}$ ), а не о содержании гумуса. Разделение гумуса и продуктов загрязнения требует специальных исследований, до настоящего времени методически до конца не решенных. Содержание  $C_{орг.}$  в городских почвах по литературным данным может колебаться от 2 до 7%.

Большая часть исследуемых почв характеризуется степенью гумусности от очень низкой до низкой. Очень высокое содержание органического углерода обнаружено в 5,3% случаев (таблица). Наибольшее количество  $C_{орг.}$  имеют почвы Петровского сквера и сквера у стелы «Победа», что связано с повышенным агрохимическим уходом на данных объектах озеленения.

В результате проведенных исследований нами разработаны следующие рекомендации по улучшению состояния почвенного покрова под зелеными насаждениями на территории г. Воронежа.

Содержание органического углерода в почвенном покрове под зелеными насаждениями

Градации почв по содержанию $C_{орг}$	$C_{орг}$ , %	Количество случаев, %
Очень низкое	$\leq 2,0$	57,9
Низкое	2,1-4,0	26,3
Среднее	4,1-6,0	5,3
Повышенное	6,1-8,0	0
Высокое	8,1-10,0	5,3
Очень высокое	$>10,0$	5,3

Во-первых, для создания городских зеленых насаждений необходимо учитывать отношение растений к физико-химическим свойствам почвы. В зависимости от требовательности к плодородию почвы древесные растения, представленные в скверах города, можно условно разделить на три группы: олиготрофные (ель колючая, катальпа бигнониевидная, робиния лжеакация, туя западная, сосна обыкновенная, тополь черный, рябина шведская, кизильник блестящий, спирея Вангутта, снежнаягодник белый и др.), мезотрофные (береза повислая, береза пушистая, бархат амурский, вяз гладкий и др.), эутрофные (ель обыкновенная, клен остролистный, каштан конский обыкновенный, ясень пенсильванский, ясень зеленый, липа мелколистная, рябина обыкновенная, бирючина обыкновенная и др.)

Большое значение при подборе ассортимента имеет и тип корневой системы. Например, у вяза гладкого – мощная, с глубоко идущими боковыми корнями, при этом стержневой корень отсутствует. Клен остролистный имеет разветвленную глубокую корневую систему. У каштана конского обыкновенного представлен хорошо развитый стержневой корень. У елей корневая система поверхностная, образованная сильными боковыми корнями. Ясень пенсильванский и ланцетный, свидина белая, кизильник блестящий, пузыреплодник калинолистный, снежнаягодник белый, спиреи, чубушник венечный имеют мочковатую корневую систему. Таким образом, на обедненных почвах следует использовать олиготрофные виды с хорошо развитой корневой системой.

Особое внимание имеет подбор газонных травосмесей, т.к. в последние годы газоны стали важным элементом ландшафтного дизайна и озеленения г. Воронежа. В первую очередь нужно правильно определить видовой и сортовой состав злаковых трав, используемый для их создания. Например, мятлик луговой, а также клевер луговой очень

чувствительны к кислотности и предпочитают богатые перегноем почвы. Овсяница дуговая плохо растет на супесчаных и песчаных почвах. Разные виды полевицы, наоборот, не требовательны, но предпочитают увлажненные почвы.

Во-вторых, в связи с тем, что на территории города наблюдается подщелачивание почв, нужно проводить агротехнические мероприятия по регулированию pH. Это позволит снизить угнетение роста и развития растений.

Все изученные образцы почв имеют удовлетворительный агрегатный состав. Однако, следует отметить, наличие «каменистых» частиц, особенно затрудняющих развитие корневых систем травянистых растений. В целом для уменьшения засорения почв необходимо следить за экологическим состоянием скверов, акцентировать внимание на содержание дорожно-тропиночной сети.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вадюнина А. Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М. : Высш. шк., 1986. – 416 с.
2. ГОСТ 17.4.4.02-84. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа – Введ. 1984-12-19. – М. : Госстандарт, 1984. – 20 с
3. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки – Введ. 1985-02-08. – М. : Госстандарт, 1985. – 20 с.
4. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. – Введ. 1986-07-01. – М. : Госстандарт, 1985. – 6 с.
5. ГОСТ 28268-89. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. – Введ. 1989-09-27. – М. : ФГУП Стандартинформ, 2005. – 6 с.
6. Доклад о состоянии окружающей среды и природоохранной деятельности городского округа город Воронеж в 2009 г. : доклад. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2010. – 78 с.

7. Клевцова М. А. Оценка кислотности почв под зелеными насаждениями правобережья г. Воронежа / М. А. Клевцова, Ю. Н. Давыдова, И. П. Феоктистова // Экология Центрально-Черноземной области Российской Федерации. – 2012. – № 2. – С. 160-162.

8. Ковриго В. П. Почвоведение с основами геологии / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Бурлакова. – М. : Колос, 2000. – 416 с.

9. Методы контроля качества почвы : учеб.-метод. пособие для вузов / сост. : Д. Л. Котова [и др.] ; Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2007. – 106 с.

10. Мотузова Г. В. Экологический мониторинг почв : учеб. / Г. В. Мотузова, О. С. Безуглова. – М. : Акад. Проект; Гаудеамус, 2007. – 237 с.

11. Мякина Н. Б. Методическое пособие для чтения результатов химических анализов почв / Н. Б. Мякина, Е. В. Аринушкина. – М. : Изд-во МГУ, 1979. – 61 с.

12. Нормы посадки деревьев и кустарников городских зеленых насаждений. – Утв. 1987-02-11. – М. : Отдел научно-технической информации АКХ, 1988. – 82 с.

13. Прожорина Т. И. Химический анализ почв : лабораторный практикум для вузов / сост. : Т. И. Прожорина, Е. Д. Затулей; Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2008. – Ч. 2. – 2009. – 30 с.

14. Теории и методы физики почв : коллектив. монография / под ред. Е. В. Шеина, Л. О. Карпачевского. – М. : Гриф и К, 2007. – 616 с.

15. Шеин Е. В. Курс физики почв / Е. В. Шеин. – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.

16. Эколого-аналитические методы исследования окружающей среды: учеб. пособие / Т. И. Прожорина [и др.]. – Воронеж : Издательство «Истоки», 2010. – 304 с.

17. Freytet F. L'Arbre en Ville. Essai d'explication des comportements. L'exemple d'une ville nouvelle : Saint-Quentin-en-Yvelines, Paris, ENITEF-IDF, 1990.

Клевцова Марина Александровна  
кандидат географических наук, преподаватель кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета; т. (473) 266-56-54, 8-904-214-67-74, E-mail: [marin-m@yandex.ru](mailto:marin-m@yandex.ru)

Сиваченко Валентина Владимировна  
зав. эколого-аналитической лабораторией Воронежского государственного университета; т. (473) 266-56-54, 8-960-126-58-51, E-mail: [zverek\\_83@mail.ru](mailto:zverek_83@mail.ru)

Давыдова Юлия Николаевна  
студент 5 курса, специальность «Геоэкология», кафедра геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета; т. 8-951-565-07-45, E-mail: [dead\\_by\\_sunrise.bennington@mail.ru](mailto:dead_by_sunrise.bennington@mail.ru)

Феоктистова Ирина Павловна  
студент 5 курса, специальность «Геоэкология», кафедра геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета; т. 8-950-778-25-55, E-mail: [fipchik@mail.ru](mailto:fipchik@mail.ru)

Klevtsova Marina Aleksandrovna  
Candidate of Geographical Sciences, lecturer of the chair of geoeology and environmental monitoring, Voronezh State University; tel.: (473) 266-56-54, 8-904-214-67-74, E-mail: [marin-m@yandex.ru](mailto:marin-m@yandex.ru)

Sivachenko Valentina Vladimirovna  
Head of ecological and analytical laboratory, Voronezh State University, tel. (473) 266-56-54, 8-960-126-58-51, E-mail: [zverek\\_83@mail.ru](mailto:zverek_83@mail.ru)

Davydova Yulia Nikolayevna  
Student of the chair of geoeology and environmental monitoring, Voronezh State University, tel. 8-951-565-07-45, E-mail: [dead\\_by\\_sunrise.bennington@mail.ru](mailto:dead_by_sunrise.bennington@mail.ru)

Feoktistova Irina Pavlovna  
Student of the chair of geoeology and environmental monitoring, Voronezh State University, tel. 8-950-778-25-55, E-mail: [fipchik@mail.ru](mailto:fipchik@mail.ru)