

2. микропластик ухудшает качество почвы, изменяет физико-химические свойства почвы: емкость катионного обмена, структуру почвы, содержание гумуса и важные для растений минералов. Микропластик нарушает структуру и плодородие почвы, это создает масштабную угрозу для экосистем;

3. микропластик оказывает токсическое воздействие на почвенную биоту, нарушая жизнедеятельность микроорганизмов;

4. для сокращения пластиковых отходов нужно искать альтернативный материал, не уступающий по своим свойствам пластику. Необходимо снижать использование пластика, правильно его утилизировать, повышать экопросвещение людей.

Список литературы

1. Бердыева, А. Экологические последствия использования пластика и пути борьбы с пластиковым загрязнением окружающей среды / А. Бердыева // Инновационная наука. – 2024. – № 5-1. – С. 214-216. – EDN KUV CIR.

2. Бурак Л. Ч., Ермошина Т. В., Королева Л. П. Загрязнение почвенной среды микропластиком, факторы влияния и экологические риски // Экология и промышленность России. – 2023. – Т. 27. – №. 5. – С. 58-63.

3. Морачевская Е. В., Воронина Л. П. Источники и пути транслокации микропластика в почве и растениях // Проблемы агрохимии и экологии. – 2022. – № 1. – С. 40-49.

4. Ручкина, К. В. Влияние микропластика на почву / К. В. Ручкина, О. Э. Мерзляков // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы Международной научно-практической конференции, Киров, 23–25 апреля 2024 года. – Киров: Вятский государственный университет, 2024. – С. 34-38. – EDN SCXBNE.

ГИДРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ КУРОРТА «КЛЮЧИ»)

Волдырева Надежда Михайловна, магистрант 1 курса, Пермский государственный аграрно-технологический университет им. академика Д.Н. Прянишникова, nvoldyрева@inbox.ru

(Научный руководитель – **Кондратьева Мария Александровна**, доцент, к. геогр. наук, Пермский государственный аграрно-технологический университет им. академика Д.Н. Прянишникова, mariya.kondrateva03@mail.ru)

Аннотация: Для почв курорта «Ключи» установлены параметры уравнения ван Генухтена-Муалема: водоудерживающая способность Θ_r составила 0,04–0,10, влажность насыщения $\Theta_s=0,4–0,5$, коэффициент насыщенной гидравлической проводимости K_s равен 12–13 см/сут. в аллювиальной серогумусовой стратифицированной почве. В аллювиальной

агротемногумусовой глеевой почве показатели составили соответственно $\Theta r=0,04-0,05$, $\Theta s=0,5$, $Ks=55-76$ см/сут.

Ключевые слова: ОГХ, влагопроводность, педотрансферные функции, уравнение ван Генухтена–Муалема.

Актуальность: Растения в зонах рекреации и на курортных территориях играют ключевую роль в создании безопасной и комфортной среды для людей. Изучение водно-физических свойств почв, определяющих доступность влаги для растений, является ключевым фактором для оптимизации полива. Его научное обоснование, основанное на характеристиках почвы, способствуют эффективному использованию водных ресурсов и сохранению эстетической привлекательности курорта.

Математическое моделирование представляет собой мощный инструмент для эффективного регулирования водного режима почв, позволяющий прогнозировать динамику влажности и оперативно корректировать поливные режимы, максимизировать усвоение питательных веществ растениями, повысить декоративность, и свести к минимуму негативное воздействие на окружающую среду. Построение адекватной математической модели требует сбора и обработки эмпирических данных о ключевых гидрофизических характеристиках почвы, таких как влагоудерживающая и влагопроводящая способности, описание которых осуществляется посредством широко применяемого уравнения ван Генухтена–Муалема [2].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Курорт «Ключи» находится в Суксунском районе Пермского края. В ландшафтном отношении территория района относится к лесостепной зоне. Район относится к зоне достаточного увлажнения с неравномерным выпадением осадков. Годовое количество осадков 489 мм, из них 68% приходится на период с мая по октябрь, однако за пять последних лет только 56% осадков приходилось на летний период.

Почвенный покров курорта формировался под влиянием природных и антропогенных факторов почвообразования. Территория курорта расположена в пойме р. Иргина, что способствует гидроморфным условиям почвообразования, и определяет переменный гидрологический режим. Для предотвращения подтопления при освоении территории курорта проводили мероприятия по поднятию уровня поверхности, включая подсыпку техногенных грунтов и рекультивацию торфо-компостными смесями. В результате проведенных мероприятий территория оказалась отрезанной от влияния поверхностных паводковых вод в период весенне-летних половодий, источниками поступления влаги в почвах являются осадки и грунтовые воды [1].

Объектами исследования являются почвы, в том числе антропогенно-преобразованные и условно-естественные почвы. Разрез 1 заложен в сквере курорта, почва диагностирована как аллювиальная серогумусовая глеевая стратифицированная. Мощность гумусо-стратифицированных горизонтов составляет 35-65 см. Стратифицированные горизонты имеют зернистую либо зернисто-мелкоореховатую структуру, более легкий гранулометрический состав в сравнении с нижележащей толщей. Нижележащая толща представлена погребённой аллювиальной почвой.

Разрез 6 заложен на территории приусадебных участков за пределами курортной зоны. Мощность разреза 101 см, верхняя часть профиля представлена агротемногумусовым горизонтом мощностью 16 см, ниже которого залегает темногумусовый горизонт. На глубине 33 см находится глеевый горизонт сизовато-серой окраски с запахом сероводорода.

Признаки оглеения в профиле почв наиболее отчетливо проявляются с глубины 33-55 см и усиливаются по мере удаления разрезов от линии естественного дренажа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Гранулометрический состав аллювиальной серогумусовой стратифицированной почвы (разрез 1) характеризуется как среднеглинистый с содержанием физической глины 70-76 %. Содержание ила в стратифицированном горизонте варьирует в пределах 6-10 %, в погребенных гумусовых и минеральных горизонтах - 10-15 %. Аллювиальная агротемногумусовая глеевая почва (разрез 6) также имеет глинистый состав. Преобладающими механическими элементами являются ил и пыль. Содержание ила не дифференцировано в профиле и варьирует в пределах 49-60 %.

Данные ГМС из отечественной шкалы были переведены в Американскую с помощью кумулятивных кривых ГМС [3]. Полученные кривые описывались экспоненциальными функциями, на основе которых рассчитывалось содержание фракции ила с размерами менее 0,002 мм.

Таблица 1

Гранулометрический состав почв по Американской классификации

Горизонт, глубина, см	Размер частиц, мкм; содержание, %			
	Clay (ил/глина) <2мкм	Silt (пыль) 2- 50мкм	Sand (песок) >50мкм м	Название
Разрез 1. Аллювиальная серогумусовая глеевая стратифицированная на современном аллювии				
AYrh (5-24 см)	6,4	40,3	53,3	Loam (суглинок)
AYrh,g (24-35)	37,5	56,3	6,3	Silty clay loam (пылеватая глина)

см)				
[AYg] (35-54 см)	39,9	53,9	6,3	Silty clay loam (пылеватая глина)
Gox(54-70)	41,2	51,7	7,1	Silty clay (пылеватая глина)
Разрез 6. Аллювиальная агротемногумусовая глеевая (аллювиальная луговая кислая)				
PUra (5-21 см)	4,4	82,5	13,1	Silt (пыль)
G1 (33-46 см)	0,7	87,3	12,0	Silty (пыль)
G2 (46-83 см)	2,7	83,2	14,1	Silty (пыль)
CGox (83-101 см)	5,3	78,3	16,3	Silt loam (пылеватый суглинок)

Почва разреза 1 отличается неоднородностью гранулометрического состава стратифицированных горизонтов и по Американской классификации является пылеватой глиной с содержанием пыли 40-56% и глины– 38-41%. Почва разреза 6 классифицируются как пыль с содержанием пыли 78-83% (таблица 1).

Параметры уравнения ван Генухтена–Муалема для кривых ОГХ и функции влагопроводности почв определены на основе педотранферных функций по данным о гранулометрическом составе по базе данных ROSETTA, встроенной в программу HYDRUS 1D (таблица 2).

Таблица 2

Параметры уравнений ван Генухтена–Муалема

Горизонт, глубина, см	Θ_r	Θ_s	α , 1/см	n	Ks, см/день
Разрез 1. Аллювиальная серогумусовая глеевая стратифицированная на современном аллювии					
AYrh (5-24 см)	0,04	0,40	0,02	1,45	40,66
AYrh,g (24-35 см)	0,10	0,49	0,01	1,46	12,14
[AYg] (35-54 см)	0,10	0,50	0,01	1,43	12,76
Gox (54-70)	0,10	0,05	0,01	1,42	13,29
Разрез 6. Аллювиальная агротемногумусовая глеевая (аллювиальная луговая кислая)					
PUra (5-21 см)	0,05	0,50	0,01	1,70	55,32
G1 (33-46 см)	0,04	0,54	0,01	1,67	76,26
G2 (46-83 см)	0,04	0,51	0,01	1,69	66,76
CGox (83-101 см)	0,05	0,48	0,01	1,71	54,28

Согласно полученным значениям, влажность насыщения (Θ_s) почв находится в близком диапазоне, что обеспечивается объемом порового пространства – 0,4-0,5. Остаточная влажность (Θ_r) изменяется от 0,04 до 0,10, возрастая в почвенных горизонтах с увеличением содержания фракции ила.

Параметр n, характеризующий распределение пор по размерам, незначительно изменяется от 1,42-1,45 в почве разреза 1 до 1,69-1,71 в разрезе 6,

что указывает на более однородное распределение пор по размерам в последнем. Параметр α , характеризующий величину капиллярных сил, варьирует в пределах 0,01-0,02 1/см. Большие значения α соответствуют более мелким порам и более высокой способности почвы удерживать воду при низких значениях матричного давления.

Насыщенная гидравлическая проводимость (K_s), численно равная коэффициенту фильтрации, является важным параметром, используемым для расчета абсолютной гидравлической проводимости. Данный показатель снижается при утяжелении гранулометрического состава с высокого 54-76 до низкого 12-13 см/сут. (рис. 1).

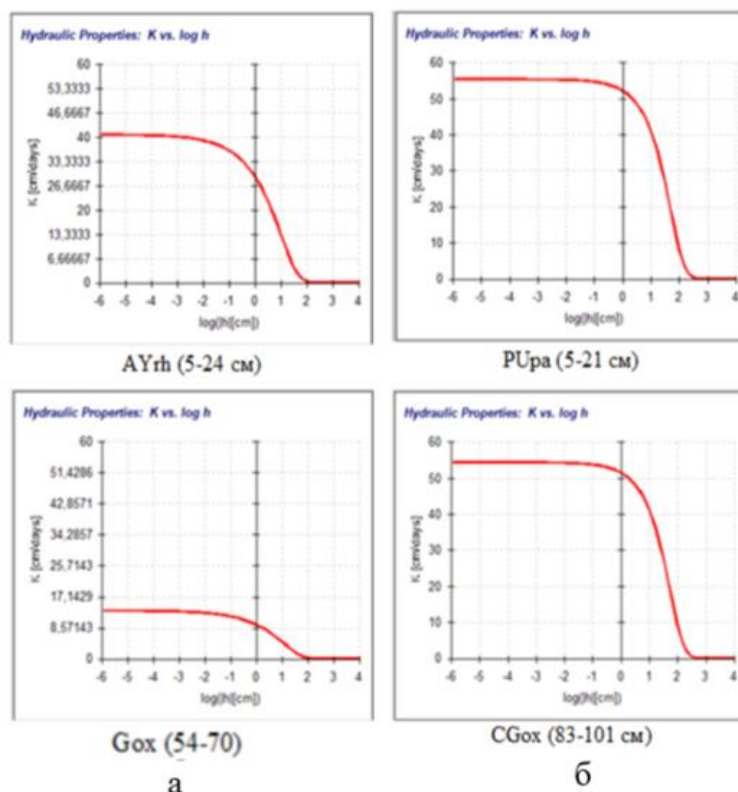


Рис. 1 Графики влагопроводности: а) аллювиальная серогумусовая глеевая стратифицированная (разрез 1); б) аллювиальная агротемногумусовая глеевая (разрез 6)

Анализ графиков влагопроводности позволяет сделать следующие выводы. Стратифицированный серогумусовый горизонт разреза 1 характеризуется высокой влагопроводностью – до 41 см/сут. в состоянии насыщения, но она быстро падает при снижении давления. Глеевый горизонт характеризуется низкой гидравлической проводимостью (до 13 см/сут), которая постепенно снижается при падении давления. Данный горизонт фактически является водоупором в профиле почвы.

Горизонты разреза 6 обладают более высокой влагопроводностью во всем диапазоне капиллярно-сорбционного давления, что определяется особенностями гранулометрического состава, в составе которого преобладает пылеватая фракция.

Анализ значений параметров позволяет получить предварительное представление о гидрофизических свойствах исследуемых почв, например, о степени их дренированности, влагоемкости и способности к водоудержанию. Важно отметить, что все полученные значения являются оценочными и требуют верификации путем сравнения с результатами полевых измерений влажности почвы.

Выводы

Выявлены различия в гидрофизических свойствах двух почв, обусловленные гранулометрией и строением профиля. Аллювиальная серогумусовая глеевая стратифицированная почва разреза 1 характеризуется замедленным водным обменом и склонна к переувлажнению. Разрез 6 представляет собой почву с более активным, но "пульсирующим" водным режимом: высокой фильтрацией при насыщении, но быстрой потере влагопроводности при иссушении профиля.

Полученные параметры уравнения ван Генухтена-Муалема являются основой для моделирования водного режима почв и могут быть использованы для прогнозирования динамики влажности, оценки рисков переувлажнения или дефицита влаги, а также для планирования агротехнических и мелиоративных мероприятий на территории курорта «Ключи».

Список литературы

1. Волдырева Н.М. Регулирование водного режима почв под культурными насаждениями // Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов и студентов «Молодёжная наука 2025: технологии инновации» Пермь, 07-11 апреля 2025 г. №.3 ч. / редкол. Э.Д. Акманаев [и др.]. – Пермь: ИПЦ «Прокрость». 2025. № 3, ч. 1. С. 183–186.
2. Шеин Е.В., Рыжова И.М. Математическое моделирование в почвоведении. Учебник //М.:«ИП Маракушев АБ. 2016. 377 с.
3. Schaap M.G. Accuracy and uncertainty in PTF predictions // Pachepsky Ya., Rawls W.J. (Eds) Development of pedotransfer functions in soil hydrology. Elsevier. 2004. P. 33-43.