

ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВ ПОЙМЕННЫХ ОСТРОВОВ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА¹

Кулагина Валентина Ивановна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Российская Федерация, Республика Татарстан, 420087, г. Казань, ул. Даурская, 28, e-mail: viksoil@mail.ru

Рязанов Станислав Сергеевич, научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Российская Федерация, Республика Татарстан, 420087, г. Казань, ул. Даурская, 28, e-mail: egyptit@yandex.ru

Александрова Асель Биляловна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Российская Федерация, Республика Татарстан, 420087, г. Казань, ул. Даурская, 28, e-mail: adabl@mail.ru

Сунгатуллина Люция Мансуровна, старший научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Российская Федерация, Республика Татарстан, 420087, г. Казань, ул. Даурская, 28, e-mail: sunlyc@yandex.ru

Хисамова Алина Маратовна, младший научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Российская Федерация, Республика Татарстан, 420087, г. Казань, ул. Даурская, 28, e-mail: his.alina94@mail.ru

Рупова Эльмира Ханисовна, старший научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Российская Федерация, Республика Татарстан, 420087, г. Казань, ул. Даурская, 28, e-mail: elmira.rupova@mail.ru

Острова равнинных водохранилищ представляют собой ценные в экологическом и хозяйственном отношении объекты, устойчивость и ценность которых во многом определяется их почвенным покровом. Рассматриваются эволюционные изменения почв островов, представляющих собой незатопленные фрагменты прежней поймы р. Волги, под действием подтопления. Несмотря на изменения морфологических свойств почв, позволяющих отнести их к другим таксономическим единицам, статистическая обработка результатов анализов не показала значимых отличий большинства химических и физико-химических свойств в подтопленных и неподтопленных почвах. По-видимому, медленная эволюция таких показателей, как содержание гумуса, доступных форм фосфора и калия, определяется непостоянным уровнем Куйбышевского водохранилища. Отличия между некоторыми типами можно отметить только по содержанию валового азота. Возможным результатом воздействия водохранилища является также преобладание насыщенных почв над кислыми в большинстве групп.

Ключевые слова: аллювиальные почвы, эволюция почв, острова водохранилищ, оглеение, подтопление, содержание гумуса, реакция среды, насыщенность основаниями, морфологические признаки, содержание питательных веществ, физико-химические свойства

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта № 18-44-160002. (This work was financially supported by the Russian Federal Property Fund and the Government of the Republic of Tatarstan in the framework of scientific project No. 18-44-160002.)

EVOLUTION OF SOILS OF THE FLOWING ISLANDS OF KUIBYSHEV RESERVOIR

Kulagina Valentina I., Ph. D. in Biology, Head of Laboratory, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28 Daurkaya St., Kazan, 420087, Republic of Tatarstan, Russian Federation, e-mail: viksoil@mail.ru.

Ryazanov Stanislav S., Researcher, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28 Daurkaya St., Kazan, 420087, Republic of Tatarstan, Russian Federation, e-mail: erydit@yandex.ru.

Alexandrova Asel B., Ph. D. in Biology, Senior Researcher, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28 Daurkaya St., Kazan, 420087, Republic of Tatarstan, Russian Federation, e-mail: adabl@mail.ru

Sungatullina Lutsia M., Senior Researcher, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28 Daurkaya St., Kazan, 420087, Republic of Tatarstan, Russian Federation, e-mail: sunlyc@yandex.ru.

Hisamova Alina M., Junior Researcher, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28 Daurkaya St., Kazan, 420087, Republic of Tatarstan, Russian Federation, e-mail: his.alina94@mail.ru

Rupova Elmira H., Ph. D. in Agriculture, Senior Researcher, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28 Daurkaya St., Kazan, 420087, Republic of Tatarstan, Russian Federation, e-mail: elmira.rupova@mail.ru.

The islands of flatland water reservoirs are environmentally and economically valuable objects, the stability and value of which is largely determined by their soil cover. The article considers evolutionary changes of soils under the flooding impact on the territory of reservoir's islands, which are unflooded fragments of the former Volga river floodplain. Pronounced changes of morphological soil properties altered the classification affiliation of soils. However, statistical analysis did not show any significant changes in the most of chemical and physicochemical properties of flooded and unflooded soils. Apparently, slow evolution of such properties as humus content, mobile phosphorus and potassium, is caused by unstable water level of the Kuybyshev reservoir. The differences between soil types were observed only in total nitrogen content. A possible result of the reservoir impact is also the predominance of alkaline soils over acidic soils in most soil groups.

Keywords: alluvial soils, soil evolution, reservoir islands, gleying, waterlogging, humus content, medium reaction, saturation with bases, morphological features, nutrient content, physicochemical properties

Острова водохранилищ – это особые географические объекты, имеющие одновременно природное и антропогенное происхождение. Они образуются из оставшихся незатопленными фрагментов речной долины после строительства плотины ГЭС и заполнения чаши водохранилища. Количество островов на равнинных водохранилищах значительно отличается, но в целом это

достаточно многочисленные объекты с большой суммарной площадью [1; 8; 11]. Куйбышевское водохранилище, крупнейшее в Европе, отличается наличием очень большого количества островов – более 800 при нормальном подпорном уровне (НПУ) [11]. Почвенный покров в значительной мере определяет устойчивость островных экосистем к внешним воздействиям и определяет хозяйственную ценность этих объектов, но сам, в свою очередь, зависит от специфических условий формирования и эволюции. Эволюция почв островов, вернее – тех из них, которые оказались в зоне среднего и сильного подтопления [10], связана с влиянием искусственного водного объекта и его гидрологического режима.

При подтоплении почв быстрее всего проявляются морфологические признаки оглеения. Почвы с проявлением признаков оглеения при диагностике будут отнесены к другим таксономическим единицам, чем неподтопленные почвы. Наличие морфологических признаков подтопления в виде пятен оглеения и глеевых горизонтов обнаруживалось еще в 1989–1990 гг., т. е. через 32–33 года после создания водохранилища. Часть почв уже тогда можно было отнести к аллювиальным луговым и аллювиальным лугово-болотным [2; 5; 6]. По сравнению с 1989–1990 гг., в 2018 г. при обследовании одних и тех же островов обнаруживается гораздо больше аллювиальных луговых и лугово-болотных почв и меньше аллювиальных дерновых.

Изменения морфологических свойств почв пойменных островов, их классификационная принадлежность согласно разным классификационно-диагностическим системам, зависимость проявления признаков оглеения от гранулометрического состава почвенной толщи и условий рельефа рассматривались в более ранних работах [7; 9]. Однако известно, что отдельные признаки и показатели почв изменяются с разной скоростью, в частности, физико-химические признаки изменяются медленнее морфологических [4].

Цель данной работы – выявление статистически значимых изменений химических и физико-химических свойств аллювиальных почв в зоне подтопления на островах Куйбышевского водохранилища.

Объект – почвы пойменных островов Казанского района переменного подпора Куйбышевского водохранилища на участке от моста Зеленодольск – Нижние Вязовые (55.824939°N; 48.518123°E) и ниже по течению р. Волги до г. Казани (55.714423°N; 49.064822°E).

При выборе объекта исследования ориентировались на наличие достаточно большого количества островов на данном участке, а также архивных материалов за 1989–1990 гг.

Определение закономерностей эволюции почв островов проводилось с использованием как фондовых материалов ИПЭН АН РТ (полевые дневники, предварительные полевые почвенные карты, лабораторные журналы 1989–1990 гг., топографическая карта поймы до и после затопления), так и материалов, полученных в 2018 г. За полевой период 2018 г. обследованы 45 островов и два полуострова пойменного генезиса (бывшие острова, соединённые насыпью с берегом). На островах пойменного происхождения заложено 57 разрезов.

В почвах определялись: содержание гумуса по Тюрину; валового азота колориметрическим методом; подвижные формы фосфора и калия по Чирикову; рН водный потенциометрически; сумма обменных оснований и гидrolитическая

кислотность по методу Каппена, степень насыщенности основаниями и ёмкость катионного обмена расчётным методом. Статистический анализ полученных данных проводился при помощи программ “Excel” и пакета статистической обработки R [12].

Поскольку данные о физико-химических свойствах пойменных почв до 1957 г. не сохранились, то нам пришлось использовать другие подходы к изучению эволюции почв островов. Одним из них является сравнение показателей почв, существующих на островах подтопленных и неподтопленных. Почвы, неподтопленные при нормальном подпорном уровне водохранилища, мы считаем сохранившими свои свойства и соответствующими аллювиальным дерновым почвам прежней поймы р. Волги. Почвы, которые по морфологическим признакам уже можно отнести к аллювиальным луговым и аллювиальным лугово-болотным, до создания водохранилища также относились к аллювиальным дерновым и в настоящее время находятся в процессе эволюционных изменений.

Статистическая обработка результатов лабораторных анализов образцов 2018 г. показывает, что содержание гумуса в почвах всех диагностированных на островах пяти типов аллювиальных почв достоверно не отличается (рис. 1). Это ещё раз подтверждает, что все современные почвы пойменных островов до создания водохранилища принадлежали к одной группе типов – аллювиальным дерновым [5]. По данным Л. О. Карпачевского (1997), содержание гумуса – достаточно устойчивый и сравнительно медленно изменяющийся признак почв. Шестидесяти одного года оказалось недостаточно для проявления достоверных отличий между группами и типами аллювиальных почв по содержанию гумуса.

Возможны ещё две причины отсутствия достоверных отличий:

1. Уровень воды в Куйбышевском водохранилище непостоянен, в течение года может изменяться на 5 м [11], и даже в весенне-летний период в разные годы может отличаться на 3 м, как в начале лета 2018 и 2019 гг.

2. Возможно, это связано с наличием почв разного гранулометрического состава в каждом типе аллювиальных почв.

Гранулометрический состав верхнего горизонта оказывает большое влияние на содержание гумуса, особенно в аллювиальных почвах, где часть гумуса приносится вместе с аллювием. Обнаружено, что самое низкое содержание гумуса наблюдается в гумусовых горизонтах песчаного гранулометрического состава, при этом оно значительно (в пять и более раз) отличается от содержания гумуса в суглинистых и супесчаных гумусовых горизонтах (табл. 1). Эта разница статистически достоверна по результатам теста Данна при уровне значимости $p = 0,05$.

По содержанию общего азота наблюдаются достоверные отличия между аллювиальными дерновыми насыщенными и аллювиальными лугово-болотными почвами, а также аллювиальными дерновыми насыщенными и аллювиальными луговыми кислыми почвами. Возможно, это связано с отличиями в так называемой «зрелости» гумусовых веществ (рис. 1). Как показала статистическая обработка результатов, гранулометрический состав верхнего гумусового горизонта оказывает значительное влияние на содержание общего азота. Песчаные и супесчаные разновидности почв содержат меньше общего азота, чем легко- и среднесуглинистые.

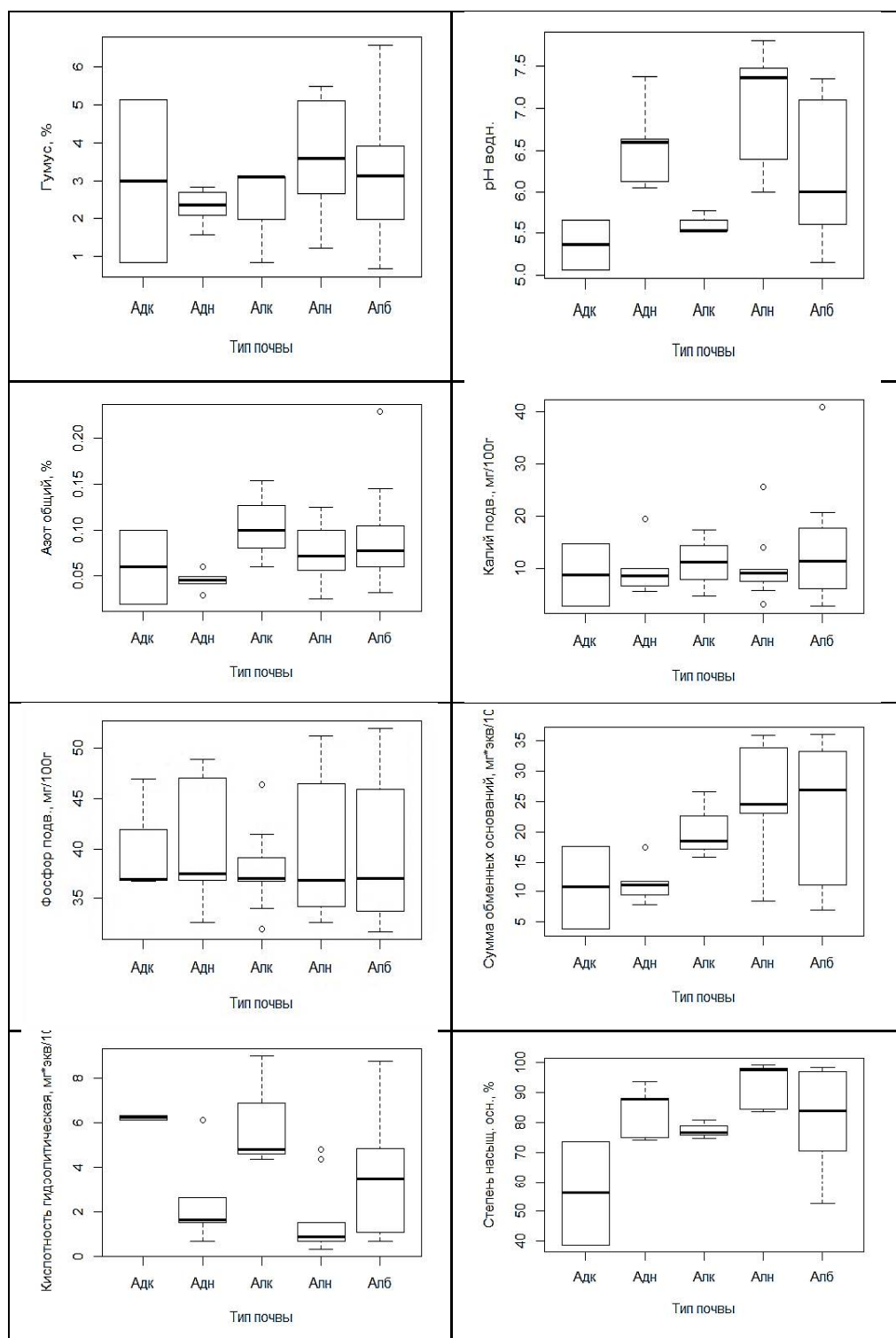


Рис. 1. Некоторые физико-химические свойства аллювиальных почв островов: Адк – аллювиальная дерновая кислая; Адн – аллювиальная дерновая насыщенная; Алк – аллювиальная луговая кислая; Алн – аллювиальная луговая насыщенная; Алб – аллювиальная лугово-болотная

Таблица 1

Содержание гумуса в гумусовых горизонтах аллювиальных почв
 разного гранулометрического состава, %

ГМС	n	min	Mean	Max	Станд. отклон	Коэф. вариации	Shapiro-Wilk test	
							W	p
Песок	12	0,05	0,59	3,90	1,07	181,04	0,51634	0,00
Супесь	15	0,27	3,08	14,86	3,60	116,57	0,6702	0,00
Л. суглинок	13	1,02	3,43	7,07	1,84	53,70	0,90001	0,13
Ср. суглинок	17	0,86	4,45	20,50	4,30	96,80	0,5286	0,00

Содержание доступного фосфора в аллювиальных почвах островов статистически значимо не отличалось ни по типам, ни в зависимости от гранулометрического состава (рис. 1).

Достоверные различия в содержании доступного калия выявлены лишь между аллювиальными дерновыми кислыми и аллювиальными дерновыми насыщенными почвами. По-видимому, это связано с тем, что аллювиальные дерновые кислые почвы чаще остальных типов почв имеют песчаный гранулометрический состав верхнего прокрашенного гумусом горизонта.

Ёмкость катионного обмена аллювиальных почв островов имеет значительную зависимость от гранулометрического состава и максимальна в наиболее тяжёлых по гранулометрическому составу почвах.

Сумма обменных оснований также больше зависит от гранулометрического состава, поэтому достоверные отличия наблюдаются только между аллювиальными дерновыми насыщенными и аллювиальными луговыми насыщенными почвами, хотя на графике хорошо прослеживается тенденция к увеличению суммы обменных оснований в ряду: аллювиальные дерновые → аллювиальные луговые → аллювиальные лугово-болотные (рис. 1).

Особую группу признаков представляют собой реакция среды, гидролитическая кислотность и степень насыщенности основаниями. От гранулометрического состава они не зависят и статистически значимо отличаются для почв, относящихся к типам кислых и насыщенных, что является вполне логичным, так как деление почв на типы в использованной нами «Классификации и диагностике почв СССР» (1977) производится именно по реакции среды. Об эволюции этих признаков судить трудно. Единственное, на что мы можем ориентироваться, – это соотношение количества разрезов кислых и насыщенных почв (рис. 2).

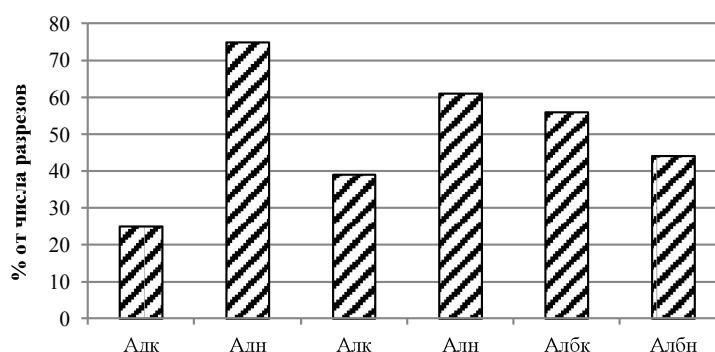


Рис. 2. Количество кислых и насыщенных почв в группах аллювиальных почв (% от числа разрезов): Адк – аллювиальная дерновая кислая; Адн – аллювиальная дерновая насыщенная; Алк – аллювиальная луговая кислая; Алн – аллювиальная луговая насыщенная; Албн – аллювиальная лугово-болотная с рНвод > 6; Албк – с рНвод < 6

Среди аллювиальных дерновых и аллювиальных луговых преобладают насыщенные почвы, а среди аллювиальных лугово-болотных – почвы с реакцией среды меньше 6. По-видимому, это связано с тем, что на почвы островов оказывают влияние два противоположных фактора. Кратковременное затопление гидрокарбонатно-кальциевыми водами Куйбышевского водохранилища может приводить к подщелачиванию. Процессы оглеения, развивающиеся при более длительном подтоплении, могут, наоборот, приводить к подкислению среды. О возможности таких процессов писал Ф. Р. Зайдельман (1992).

Сравнительно-исторический метод использован при сопоставлении фондовых материалов 1989–1990 гг. с данными, полученными в 2018 г. Сравнивались физико-химические свойства почв по группам дерновых, аллювиальных и луговых. Сравнивался состав почвенного покрова на основе созданных почвенных карт.

За последние 28–29 лет площадь аллювиальных дерновых почв на островах Куйбышевского водохранилища уменьшилась, а аллювиальных луговых и лугово-болотных – увеличилась. Сразу после создания Куйбышевского водохранилища на островах не было лугово-болотных почв, через 32 года они составляли около 14 % почвенного покрова, еще через 29 лет – 51,5 %. Аллювиальные луговые почвы в 1989–1990 гг. составляли 16,4 % от общей площади аллювиальных почв, в 2018 г. – 33,5 % (рис. 3).

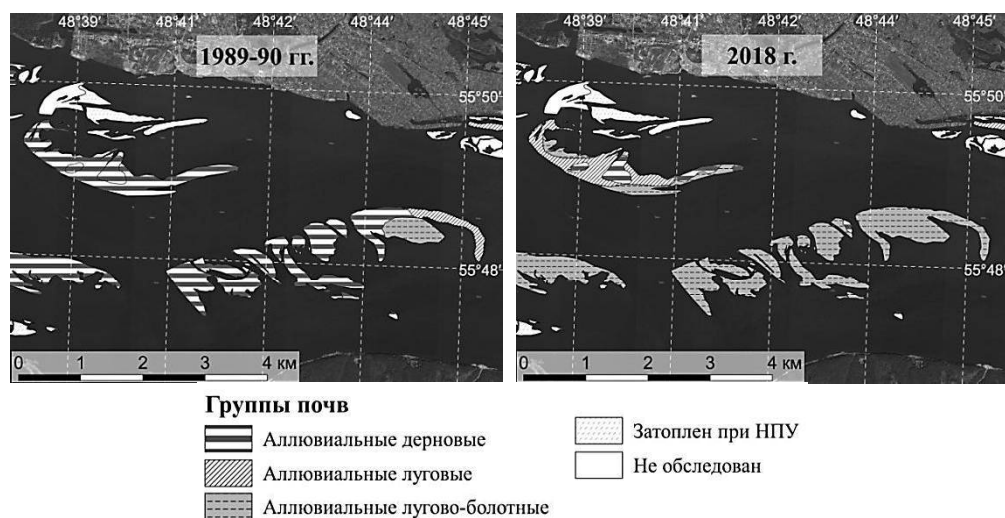


Рис. 3. Почвенный покров островов Куйбышевского водохранилища в районе поселка городского типа Васильево

Согласно литературным данным улучшение степени обводнённости должно приводить к увеличению содержания гумуса и питательных веществ [10], однако обработка результатов лабораторных анализов не показала статистически значимой разницы между подтопленными и неподтопленными почвами как по данным 1989–1990 гг., так и по данным 2018 г. Статистически значимая разница была обнаружена между содержанием гумуса в аллювиальных дерновых и аллювиальных луговых почвах в 1989–1990 и 2018 гг. (табл. 1). Однако это не означает, что содержание гумуса аллювиальных дерновых почвах уменьшилось, а в аллювиальных луговых в конкретных точках – увеличилось за про-

шедшие годы, просто большая часть более гумусированных аллювиальных дерновых почв эволюционировала в аллювиальные луговые по морфологическим признакам. Без признаков подтопления остались в основном лёгкие песчаные и супесчаные почвы, в которых содержание гумуса невелико.

Таблица 2

Содержание гумуса в разных группах аллювиальных почв по результатам обследования 1989–1990 и 2018 гг.

Группы почв	Годы обследования	Среднее содержание гумуса, %	Значение критерия Уилкоксона – Манна – Уитни	<i>p</i>
Аллювиальные дерновые	2018	1,47	289	0,008*
	1989	2,83		
Аллювиальные луговые	2018	3,12	114	0,047*
	1989	2,10		
Аллювиальные лугово-болотные	2018	4,35	35	0,097
	1989	1,88		

Примечание: *наличие статистически значимых отличий.

Доказательством реального увеличения или уменьшения содержания гумуса в почвах в результате подтопления мог бы послужить отбор образцов в тех же точках, что и 28–29 лет назад. Однако это не представляется возможным. Привязки по GPS-навигации тогда не существовало, привязка разрезов осуществлялась приблизительно, тем более что на островах часто нет постоянных ориентиров. Даже расстояние от разреза до береговой линии может очень сильно изменяться в зависимости от уровня воды в водохранилище.

Последующие исследования, опирающиеся на наши данные с точным указанием координат, спустя несколько лет смогут установить наличие или отсутствие динамики в содержании гумуса и других свойств в отдельных разрезах. Пока же мы можем говорить лишь об изменении среднего содержания гумуса просто из-за отнесения части почв к другой таксономической единице в результате появления морфологических признаков оглеения.

Распределение общего азота в почвах обычно повторяет распределение гумуса, что оказалось справедливо для аллювиальных дерновых почв (табл. 3). Причины – те же.

Таблица 3

Содержание общего азота в разных группах аллювиальных почв по результатам обследования 1989–1990 и 2018 гг.

Группы почв	Годы обследования	Среднее содержание общего азота, %	Значение критерия Уилкоксона – Манна – Уитни	<i>p</i>
Аллювиальные дерновые	2018	0,05	132,5	0,023*
	1989	0,11		
Аллювиальные луговые	2018	0,08	113	0,443
	1989	0,10		
Аллювиальные лугово-болотные	2018	0,09	27	0,319
	1989	0,08		

Примечание: *наличие статистически значимых отличий.

Остальные свойства почв, такие как величина суммы обменных оснований, гидролитической кислотности, с течением времени не показали статистически значимых изменений.

Выводы:

1. Процесс эволюции аллювиальных почв островов Куйбышевского водохранилища в настоящее время не закончен.
2. Постепенно увеличивается площадь почв с морфологическими признаками переувлажнения. За последние 29 лет существования водохранилища этот процесс протекал даже более интенсивно, чем за первые 32 года.
3. Статистическая обработка результатов не смогла подтвердить статистически значимых отличий по содержанию гумуса и питательных веществ между подтопленными и неподтопленными аллювиальными почвами, за исключением валового азота в некоторых случаях.
4. Высокая доля насыщенных почв среди групп аллювиальных дерновых (75 %) и аллювиальных луговых почв (61 %) может быть результатом воздействия гидрокарбонатно-кальциевых вод Куйбышевского водохранилища
5. Скорость изменения физико-химических свойств почв замедляется из-за непостоянства уровня Куйбышевского водохранилища.

Список литературы

1. Айсина, Н. Р. Аллювиальные почвы Самарской Луки – эталон пойменного почвообразования в Среднем Поволжье / Н. Р. Айсина, Е. В. Абакумов // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2009. – Т. 18, № 3. – С. 98–103.
2. Григорьян, Б. Р. Изменения почвенного покрова островов Куйбышевского водохранилища во времени под влиянием водного режима / Б. Р. Григорьян, В. И. Кулагина // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. – 2010. – Т. 152, № 4. – С. 92–101.
3. Зайдельман, Ф. Р. Естественное и антропогенное переувлажнение почв / Ф. Р. Зайдельман. – Санкт-Петербург : Гидрометеиздат, 1992. – 287 с.
4. Карпачевский, Л. О. Динамика свойств почвы / Л. О. Карпачевский. – Москва : ГЭОС, 1997. – 170 с.
5. Классификация и диагностика почв СССР. – Москва : Колос, 1977. – 224 с.
6. Кулагина, В. И. Почвы островов Казанского района переменного подпора Куйбышевского водохранилища / В. И. Кулагина. – Москва, 1995. – 16 с.
7. Кулагина, В. И. Аллювиальные почвы разных стадий эволюции в классификациях 1977 и 2004 гг. (на примере островов Куйбышевского водохранилища) / В. И. Кулагина, Д. В. Иванов, С. С. Рязанов, А. Б. Александрова // Российский журнал прикладной экологии. – 2018. – № 3 (15). – С. 28–33.
8. Проказов, М. Ю. Анализ ландшафтной дифференциации и проблем рационального природопользования на островах северной части Волгоградского водохранилища / М. Ю. Проказов. – Известия Саратовского университета. Серия: Науки о Земле. – 2011. – Т. 11, вып. 1. – С. 3–12.
9. Рязанов, С. С. Ландшафтные особенности развития почвенного покрова пойменных островов Куйбышевского водохранилища / С. С. Рязанов, В. И. Кулагина, Д. В. Иванов, А. Б. Александрова // Russian journal of ecosystem ecology. – 2019. – Vol. 4 (2). – С. 20–30. – DOI 10.21685/2500-0578-2019-2-1.
10. Стародубцев, В. М. Влияние водохранилищ на почвы / В. М. Стародубцев. – Алма-Ата : Наука, 1986. – 296 с.
11. Экологические системы островов Куйбышевского водохранилища. Казанский район переменного подпора. – Казань : Фэн, 2002. – 360 с.
12. R CoreTeam. A language and environment for statistical computing. Foundation for Statistical Computing. – Vienna, Austria, 2016. – Режим доступа: <https://www.R-project.org/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ. (Дата обращения: 11.01.2016).

References

1. Aisina N. R., Abakumov E. V. Allyuvialnyye pochvy Samarskoy Luki – etalon poymennogo pochvoobrazovaniya v Srednem Povolzhye [Alluvial soils of the Samara Luka – the benchmark of floodplain soil formation in the Middle Volga region]. *Samarskaya Luka: problemy regionalnoy i globalnoy ekologii* [Samara Luka: problems of regional and global ecology], 2009, vol. 18, no. 3, pp. 98–103.
2. Grigoryan B. R., Kulagina V. I. Izmeneniya pochvennogo pokrova ostrovov Kuybyshevskogo vodokhranilishcha vo vremeni pod vliyaniem vodnogo rezhima [Variations of Island Soil Cover of the Kuybyshev Water Reservoir with Time under Water Regime]. *Uchenyye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya "Yestestvennyye nauki"* [Proceedings of Kazan University. Series "Natural Sciences"], 2010, vol. 152, no. 4, pp. 92–101.
3. Zaidelman F. R. *Yestestvennoye i antropogennoye pereuvlazhneniye pochv* [Natural and anthropogenic waterlogging]. St. Petersburg, Hydrometeoizdat Publ., 1992, 287 p.
4. Karpachevskiy L. O. *Dinamika svoystv pochvy* [Dynamics of soil properties]. Moscow, GEOS Publ., 1997, 170 p.
5. *Klassifikatsiya i diagnostika pochv SSSR* [USSR soil classification and diagnostics]. Moscow, Kolos Publ., 1977, 224 p.
6. Kulagina V. I. *Pochvy ostrovov Kazanskogo rayona peremennogo podpora Kuybyshevskogo vodokhranilishcha* [Soils of the islands of the Kazan region of variable backwater of the Kuibyshev reservoir]. Moscow, 1995, 16 p.
7. Kulagina V. I., Ivanov D. V., Ryazanov S. S., Alexandrova A. B. Allyuvialnyye pochvy raznykh stadiy evolyutsii v klassifikatsiyakh 1977 i 2004 gg. (na primere ostrovov Kuybyshevskogo vodokhranilishcha) [Different evolution stages of alluvial soils according to the soil classifications of 1977 and 2004: a case study of islands of the Kuibyshev water reservoir]. *Rossiyskiy zhurnal prikladnoy ekologii* [Russian Journal of Applied Ecology], 2018, no. 3 (15), pp. 28–33.
8. Prokazov M. Yu. Analiz landshaftnoy differentsiatsii i problem ratsionalnogo prirodopolzovaniya na ostrovakh severnoy chasti Volgogradskogo vodokhranilishcha [Analysis of landscape differentiation and environmental management problems in the islands of the northern part of the Volgograd reservoir]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Seriya "Nauki o Zemle"* [News of Saratov University. Series "Earth Science"], 2011, vol. 11, no. 1, pp. 3–12.
9. Ryazanov S. S., Kulagina V. I., Ivanov D. V., Alexandrova A. B. Landshaftnyye osobennosti razvitiya pochvennogo pokrova poymennykh ostrovov Kuybyshevskogo vodokhranilishcha [Landscape features of soil cover development on the floodplain islands of the Kuibyshevsky water reservoir]. *Russian journal of ecosystem ecology*, 2019, vol. 4 (2), pp. 20–30. DOI 10.21685/2500-0578-2019-2-1.
10. Starodubtsev V. M. *Vliyaniye vodokhranilishch na pochvy* [Impact of reservoirs on soil]. Alma-Ata, 1986, 296 p.
11. *Ekologicheskiye sistemy ostrovov Kuybyshevskogo vodokhranilishcha. Kazanskiy rayon peremennogo podpora* [Ecological systems of the islands of the Kuibyshev reservoir. Kazan district of variable backwater]. Kazan, 2002, 360 p.
12. R CoreTeam. *A language and environment for statistical computing. Foundation for Statistical Computing*. Vienna, Austria (2016). Available at: <https://www.R-project.org/> (Accessed: 11.01.2016).