

Микрорельефная неоднородность пойменных лугов (на примере дельты реки Северной Двины)

Т. А. ПАРИНОВА¹, А. Г. ВОЛКОВ¹, А. А. ПОПОВА^{1,2}

¹ Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова
163002, Архангельск, Наб. Северной Двины, 17
E-mail: nadelnata@mail.ru

² Станция агрохимической службы “Архангельская”
163062, Архангельск, ул. Никитова, 9

Статья поступила 23.04.2017

Принята к печати 16.06.2017

АННОТАЦИЯ

В статье дается количественная оценка аспектов пространственной неоднородности почвенно-растительного покрова лугов в связи с микрорельефом на примере пойменных лугов в дельте р. Сев. Двина. Установлено, что почвенно-растительный покров лугов островной поймы в дельте данной реки является производным от рельефа на микроландшафтном уровне. Эта зависимость проявляется в особенностях структуры отдельных элементов почвенного и растительного покровов. В силу интразонального характера локализации пойменных луговых экосистем результаты региональных исследований на территории Архангельской обл. могут быть экстраполированы на другие регионы страны и мира. Актуальность исследования вопросов неоднородности почвенного-растительного покрова обусловлена как фундаментальной значимостью, так и нуждами агроменеджмента.

Ключевые слова: микрорельеф, неоднородность, пойма, пойменный луг, растительный покров, почвенный покров.

Объектом исследования являются пойменные луга разной степени антропогенной трансформации и выраженности микрорельефа на трех островах в дельте р. Сев. Двина. Предмет исследования – количественная оценка аспектов пространственной неоднородности почвенно-растительного покрова лугов в связи с микрорельефом. Под неоднородностью в данной работе понимается неоднородность эдафического фона, которую обуславливают геоморфологические особенности островной дельтовой поймы в сочетании с разными

аспектами хозяйственной деятельности и которая соответствует кластеризации отдельных свойств растительности. Предполагается, что пойменные луга являются “рельефоидом” (производными рельефа) на микромасштабном уровне. Под термином “рельефоид” в данном случае подразумевается растительный и почвенный покров как внешняя оболочка земной поверхности, к которой применимы приемы морфологического описания рельефа, согласно концепции И. Г. Ризаева [2010].

Геоморфологические факторы среды, включающие разнообразные особенности рельефа местности, оказывают одно из первостепенных влияний на формирование и дифференциацию почвенно-растительного покрова. Этот фундаментальный постулат отражен в работах многих авторов [Сукачев, 1928; Ярошенко, 1931; Мильков, 1953; Мазинг, 1965; Florinsky, Kuryakova, 1996; Kruckeberg, 2002; Болысов, 2007; Ризаев, 2010; Шарая, Шарый, 2011; Елсаков, Тетерюк, 2012; Гопп и др., 2016].

Растительный покров гетерогенен в разном масштабе. Еще в работе С. С. Неуструева [1922] широко использовались понятия о таких категориях рельефа, как макро-, мезо- и микрорельеф. В соответствии с перечисленными категориями в научных исследованиях выделяются направления по изучению влияния рельефа на почвенно-растительный покров различных экосистем.

В результате рельефного перераспределения влаги, питательных элементов и солнечной радиации на равнинных участках формируется неоднородность эдафического фона. В микрорельефных формах развиваются специфические микроэкотопы со своеобразными почвенно-растительными характеристиками. В. С. Богдан в 1890 г. одним из самых первых указал на роль микрорельефа в почвообразовательном процессе, на которого ссылается в обзоре С. В. Саксонов [2005]. В работах Н. А. Димо и Б. А. Келлера [1907] на примере полупустыни показана пестрота почвенного покрова и ее связь с микрорельефом. Об определяющей роли микрорельефа в формировании растительности при нахождении ведущего фактора в глубоком минимуме подробно говорил А. П. Шенников [1964].

Экосистемы в пределах разных типов растительности с разной географической локализацией неоднозначно зависимы от местных орографических характеристик. Пойменные луга, формирующиеся на равнинах, являются хорошей иллюстрацией влияния мезо- и микрорельефа на почвы и растительность. Роль мезорельефа в структуре поймы все-сторонне освещается в российской научной литературе еще со времен В. Р. Вильямса [1922]. При этом пойменный микрорельеф часто остается у исследователей недооцененным.

Но растительный покров пойменных лугов в полной мере является рельефоидом на всех уровнях. В современных работах констатируется данный факт, но не часто приводится количественное обоснование такого воздействия. Оно может отражаться как в различных математических моделях, так и при помощи поиска зависимостей выраженной микрорельефа и различных количественных показателей, характеризующих состояние почвенного и растительного покрова в конкретный момент времени.

Влияние микрорельефа на мозаичность луговой растительности в альпийском поясе отражено в работах П. Д. Ярошенко [1931], на структуру сообществ субальпийских лугов – у W. Loneragan et al. [1984] и J. Rose [2010], на флористический состав пастбищ – у A. Sterling et al. [1984]. Его роль в формировании особенностей продуктивности пастбищных угодий на зональных почвах Астраханской обл. отмечают В. П. Воронина, М. В. Власенко [2011]. Микрорельеф как один из факторов, обуславливающий более высокие уровни гетерогенности и квантованности растительности суходольных лугов, рассматривается в современной работе В. Х. Лебедевой и др. [2016]. В целом следует отметить, с одной стороны, весьма слабую изученность пестроты лугового растительного покрова в связи с микрорельефом, а с другой – сохраняющуюся в науке умозрительность о количественной мере и масштабах однородности растительного покрова, лишенную количественного содержания [Василевич, 1983; Матвеева, 2007].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в июле 2015 г. в России в дельте р. Сев. Двина на трех профилях ("Киселев", "Студименское", "Биричево") на основе метода эколого-геоморфологического профилирования (рис. 1). Закладывали профили шириной 1 м, длиной 169, 177, 440 м соответственно в направлении от подмыываемого к намываемому берегу островов в соответствии с рекомендациями А. А. Юннатова [1964]. В пределах выделенной трансекты через каждые 10 м отмечали точки. В привязке к каждой точке делали почвенную при-

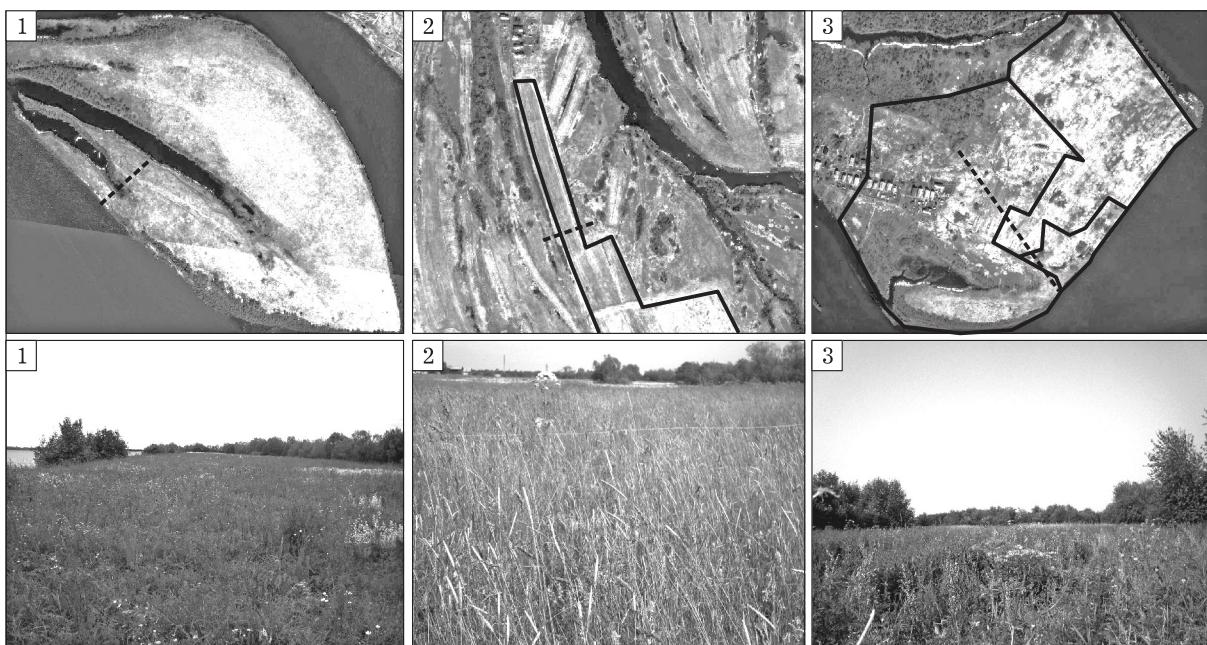
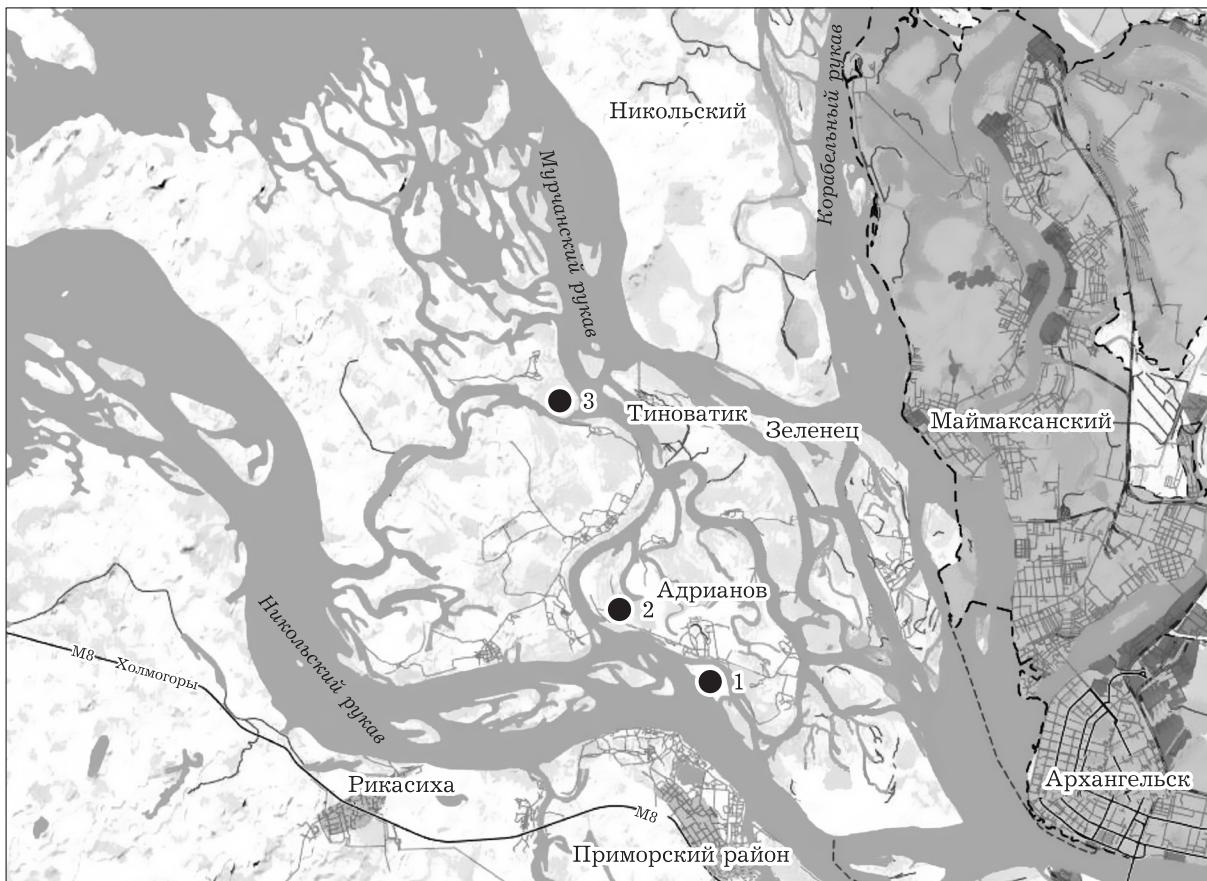


Рис. 1. Карты-схемы маршрутов эколого-геоморфологических профилей на островах Киселев (1), Андриянов (2), Чубнавольская кошка (3) в дельте р. Сев. Двина. Профили указаны штриховой линией на космоснимках современного ландшафта островов. Контуры угодий вычерчен сплошной линией на основе плана землепользования 1980-х гг. по данным Станции агрохимической службы “Архангельская”. На фото представлены аспекты травостоев на соответствующих профилях

копку. По мере смены типа почв закладывали основные (полнопрофильные) разрезы и проводили почвенные описания и отбор почвенных образцов с толщи 5–20 см дернового или старопахотного горизонтов в соответствии с указаниями в “Полевом практикуме по почвоведению” [2007]. На размеченных точках проводили съемку перепадов высот рельефа нивелиром с компенсатором EFT AL-20. Для получения данных об относительной высоте рельефа в метровом масштабе, проводили интерполяцию методом универсального кригинга. Вдоль трансект последовательно на площадках 1 м² тщательно выявляли флористический состав и у каждого вида указывали проективное покрытие в процентах по равномерной шкале (0–5–10 ... 95–100) с добавлением градации 1 % в ступени покрытия 0–5 %. Латинские названия видов даны по сводке С. К. Черепанова [1995]. При расчетах, чтобы учесть проективное покрытие и встречаемость вида, использовали фитоценотический индекс В. М. Понятовской – И. В. Сырокомской [1960]. Применяли индекс пространственной автокорреляции П. А. Морана [Morgan, 1950]. Статистический анализ собранных данных и графическое отражение результатов проведены общепринятыми методами с использованием R при $p > 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследуемые пойменные луга это интразональные сообщества лесной зоны высокой природной и хозяйственной ценности, которые расположены в условиях умеренного климата, обусловливающего широкое развитие мезофитной травяной, кустарниковой и древесной растительности. Естественные травостои на илистых и песчаных речных отмелях развиваются здесь в первичные пойменные луга только при систематическом воздействии сенокошения и выпаса. Отсутствие хозяйственной деятельности способствует быстрому зарастанию большинства первичных лугов кустарниками и древесными породами, сведение которых ведет к возникновению вторичных пойменных лугов. Их существование возможно только при условии регулярного рационального сенокошения или выпаса. К истинно первичным лугам области

относятся немногочисленные приморские луга (лайды). Дельтовые пойменные луга р. Сев. Двины отличаются высокой степенью гетерогенности растительного и почвенного покрова, одним из проявлений которой выступает неоднородная локализация различных видов и их скачкообразные показатели проективного покрытия на относительно небольших луговых выделах, даже в пределах одного метра. Почвенно-растительный покров островов находится под постоянным влиянием природных (аллювиальность, поемность) и антропогенных (сочетание в различных комбинациях или отсутствие в пределах одного луга сенокосных, выпасных, залежных участков) процессов.

Исследованные острова по схеме геоморфологического районирования р. Сев. Двины [Гидрология..., 1965] входят в зону речной аккумуляции, вплотную прилегающую к зоне морской аккумуляции. По классификации Р. А. Еленевского [1936] острова относятся к классу “В” – развитая пойма, группе дельтовая пойма, типу островная плавневая пойма и характеризуются разной степенью антропогенной трансформации. Трансекта Киселев прошла через луг первично-вторичного происхождения, занимающий несколько грив и межгривных понижений, сформировавшихся в результате слияния двух более мелких близлежащих островов. Это самый молодой остров из трех обследованных. До начала 1990-х гг. здесь осуществлялся интенсивный выпас скота. В настоящее время луг полностью не используется. Трансекта Студименское проложена через луг вторичного происхождения, образованного на месте бывшего поля, заброшенного около 20 лет назад. Трансекта Биричево пересекает бывшие колхозные поля, частные огороды и незатронутые пахотой луговые участки. Самый ранний участок залежи заброшен здесь около 50 лет назад (в конце профиля у протоки) и в настоящее время представлен закочкаренной, заболоченной, заросшей ивой местностью в низине. На профиле присутствуют естественные понижения и повышения рельефа, а также сохранившиеся межпольные колеи на участках, заброшенных в 1980-е гг. Общая сравнительная характеристика профилей представлена в табл. 1.

Т а б л и ц а 1
Сравнительная характеристика изученных профилей

Параметры сравнения	Профиль		
	Киселев	Студименское	Биричево
Местоположение	Зона речной аккумуляции дельты р. Сев. Двина о-в Киселев	о-в Андриянов	о-в Чубнавольская кошка
Класс, группа, тип поймы по Еле- невскому (1936)	класс "В" – развитая пойма, группа дельтовая пойма, тип островная плав-невая пойма		
Относительный возраст острова	"Молодой" 100 лет	"Старый" более 1000 лет	"Старый" более 500 лет
Происхождение луга	Первичный	Вторичный	Вторичный
Хозяйственное использование луга на острове	В настоящее время не используется. Пастбище для коров до 2000 г.	В настоящее время не используется. Сенокос на 20-летней залежи до 2013 г.	В настоящее время не используется. Залежь 20–50-летнего возраста после пашни
Длина профиля, м	170	180	440
Число заложенных площадок, шт.	169	177	440
Почвы	Fluvisols		
Преобладающие почвы по механи- ческому составу	Легкосуглинистые		Среднесуглинистые
Видовое богатство, шт.	58	53	48
Виды злаков, шт.	9	11	12
Виды осок, шт.	1	1	2
Виды бобовых, шт.	7	7	3
Виды разнотравья, шт.	41	34	31
Средняя видовая насыщенность на 1 м ² , шт.	8	11	5

На лугах в разной степени выражен микрорельеф естественного происхождения (совокупность форм природного происхождения) и антропогенного происхождения (совокупность форм микрорельефа созданных или значительно измененных хозяйственной деятельностью человека). Естественный микрорельеф представлен эрозионно-аккумулятивным (невысокие гривы и неглубокие межгривные понижения, образующиеся в результате слияния более мелких островов в крупные; фрагментарные аллювиальные наносы различной конфигурации и локализации, струйчатые размывы) и зоогенным (выбросы землероев, например, кротовины; муравейники; гнезда земляных ос; фекалии крупных млекопитающих) рельефами, а также фитогенным микрорельефом (кочки крупнодерновинных злаков и осок, в первую очередь, *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv и *Carex cespitosa* L.). Антропогенный микрорельеф представлен мелиоративным (сеть мелиоративных каналов: ложе канала и приканальные повышения в виде бровок), залежным (гребни,

сохраняющиеся десятки лет, после забрасывания картофельных полей или, напротив, выравненный участок, заброшенный на стадии до наезжания гребней, или ровная пашня из-под гороха и овса) и дорожно-тропиночным микрорельефами (тропиночная сеть, дорожные колеи, преимущественно тракторные).

Поверхности островов имеют равнинный характер, перепады высот в пределах профилей неравнозначно выражены на уровне микрорельефа (рис. 2).

Анализ дифференциальных кривых распределения высот относительно средней поверхности позволил выявить различия между профилями. На профиле Киселев преобладают высоты 0,5 м ниже средней поверхности. Разница между самой низкой и самой высокой точкой в пределах 2,7 м. На профиле Студименское имеется два пика преобладающих высот, 0,1 м выше и 0,3 м ниже средней поверхности. Разница в перепаде максимальной и минимальной высоты самая малая из трех профилей и составляет 0,8 м.

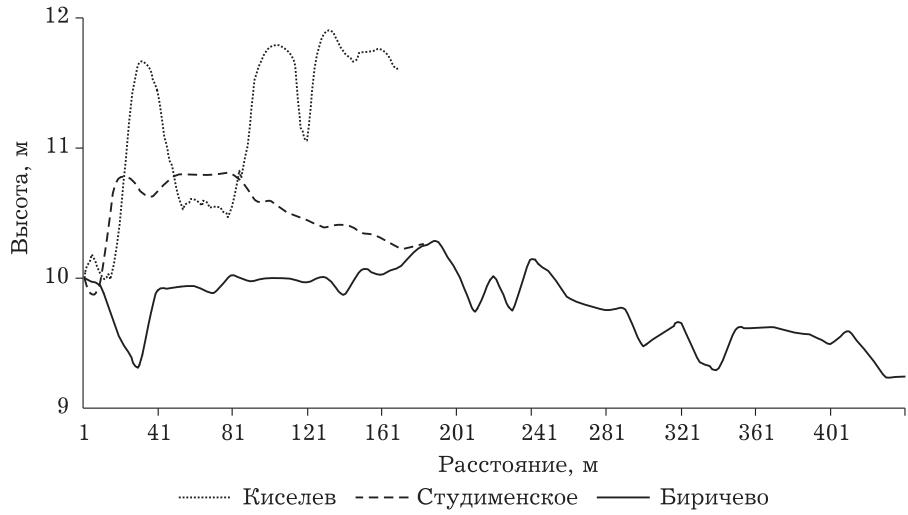


Рис. 2. Графики перепадов высот микрорельефа на трех профилях

На профиле Биричево преобладают высоты 0,1 м ниже средней поверхности, а перепад высот до 1,2 м (рис. 3).

Таким образом, наиболее плоской из трех является микроповерхность в пределах профиля Студименское, это связано с тем, что он целиком захватывает заброшенное после ровной вспашки, без гребней, поле. Профили Киселев и Биричево, напротив, отличаются более выраженным микрорельефом, отличным по причинам происхождения. Так, для первого он естественный в виде невысоких грив и неглубоких межгривных понижений, образующихся в результате слияния более мелких островов в крупные, а для второго – антропогенный в сочетании с естественным.

Отмеченные особенности микрорельефа отражаются на почвенно-растительных характеристиках луговых экосистем.

Почвенные условия вдоль профилей неоднородны, почвы относятся к аллювиальному типу. По международной почвенной классификации [World reference base..., 2015] – Fluvisols: Umbric Fluvisols Oxyaquaic and Histic Fluvisols Oxyaquaic.

Почвенные микроэкотопические условия зависят от микрорельефной локализации. Почвы, приуроченные к микропонижениям среднесуглинистые, имеют в своем профиле признаки оглеения. По микроповышениям они более легкие по механическому составу и без признаков оглеения. На залежных участках преобладают агродерновые почвы.

Неоднородность основных свойств почвы в пределах профильных трансект неоднозначно совпадает с микрорельефом, ответственным за перенос веществ в ландшафтах. По данным корреляционного анализа связь кислотности с рельефом местности очень слабая ($r = 0,21$). Микрорельеф больше влияет на накопление подвижных форм фосфора ($r = 0,63$) и калия ($r = 0,51$). В понижениях, где может застаиваться паводковая вода, содержание фосфора и калия снижается, на повышенных участках, в условиях хорошей аэрируемости, происходит их накопление.

Почвенный покров лугов формируется и существует в непосредственной связи с растительным покровом. Между этими двумя неотъемлемыми компонентами лугового био-

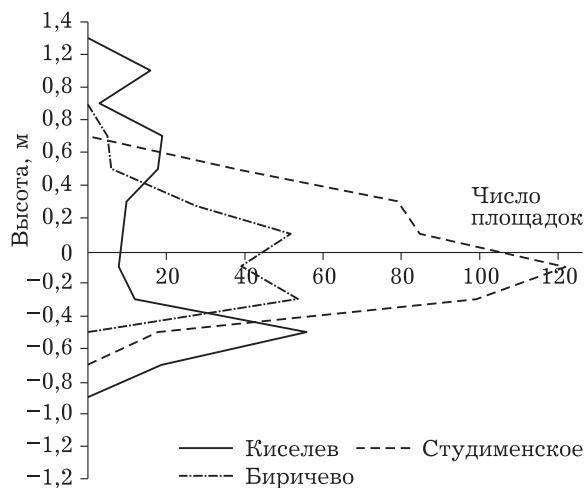


Рис. 3. Графики распределения высот на трех профилях относительно средней поверхности

Т а б л и ц а 2

Характер распределения площадок с разной видовой насыщенностью вдоль профилей

Профиль	Индекс Морана	Стандартное отклонение σ	Вероятность p	Тип распределения площадок
Киселев	0,56	7,44	0,00	Кластерный
Студименское	0,82	11,14	0,00	То же
Биричево	0,70	14,67	0,00	»

геоценоза существует тесная сложная взаимообратная связь. В пределах профильных трансект представлена исключительно луговой тип растительности, древесно-кустарниковая растительность приурочена к периферии островов, межгривным понижениям, а на о-ве Андриянов и к ложам мелиоративных каналов. Однако профили различаются по характеристикам α - и β -разнообразия (по видовому богатству, видовой насыщенности и коэффициентам флористического сходства).

Общий флористический список трех профилей включает 90 видов растений. На профиле Киселев наибольшим индексом фитоценотической значимости обладают такие виды, как *Festuca rubra* L., *Galium boreale* L. и *Achillea millefolium* L. Наименьшую фитоценотическую значимость имеют *Daphne mezereum* L., *Coronaria flos-cuculi* (L.) Fourr., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Stellaria palustris* Retz., *Polygala amarella* Crantz, *Leontodon autumnalis* L., *Lotus dvinensis* Min. & Ulle, *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó, *Hieracium umbellatum* L.

На профиле Студименское наибольшим индексом обладают *Alopecurus pratensis* L., *Rhinanthus vernalis* (N. Zing.) Schischk. & Serg. и *Trifolium pratense* L. Наименьшую фитоценотическую значимость имеют такие виды, как *Centaurea scabiosa* L., *Stellaria palustris* Retz., *Campanula glomerata* L., *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó. Высокая доля в травостое хозяйствственно-вредного вида *Rhinanthus vernalis* обусловлена его полупаразитическим образом жизни на корнях *Trifolium pratense*.

На профиле Биричево наибольшим индексом фитоценотической значимости обладают такие виды, как *Filipendula ulmaria* Maxim. (L.), *Cirsium arvense* (L.) Scop. и *Urtica dioica* L. Наименьшую имеют *Poa trivialis* L., *Scrophularia nodosa* L., *Barbarea stricta* Andr., а также *Carum carvi* L.

Характеристики α -разнообразия на профилях различны. Метровые площадки на всех профилях обладают разной видовой насыщенностью (см. табл. 1). Характер распределения площадей вдоль профилей оценили с помощью индекса пространственной автокорреляции Морана. Анализ показал, что на всех профилях распределение площадок по видовой насыщенности неравномерно. Метровые площадки с низкой и высокой видовой насыщенностью группируются определенным образом и образуют кластеры (табл. 2).

Подобная кластеризация объясняется с помощью анализа ядерной плотности распределения видов по высотам микрорельефа (рис. 4), т. е. по приуроченности площадок с определенным числом видов к конкретным высотам микрорельефа. На профиле Киселев площадки с наибольшей видовой насыщенностью сгруппированы на повышенных участках (на гравах), на Студименском преобладают площадки с высокой и средней видовой насыщенностью и они приурочены к повышенным местоположениям, Биричево отличается двумя зонами ядерной плотности: чаще всего встречаются площадки с низкой видовой насыщенностью, находящиеся в микропонижениях и площадки со средней видовой насыщенностью на микроповышениях.

По флористическим характеристикам три профиля образуют своеобразный ряд: от естественного 96-летнего неиспользуемого сейчас луга до 50-летнего вторичного неиспользуемого залежного луга, между ними можно поставить 15-летний вторичный залежный луг, который до последнего времени использовался как сенокос. Наиболее флористически разнообразным является профиль Киселев, к нему ближе Студименское, а Биричево отличается относительной флористической бедностью. Это подтверждает и анализ β -разнообразия травостоев на профилях по

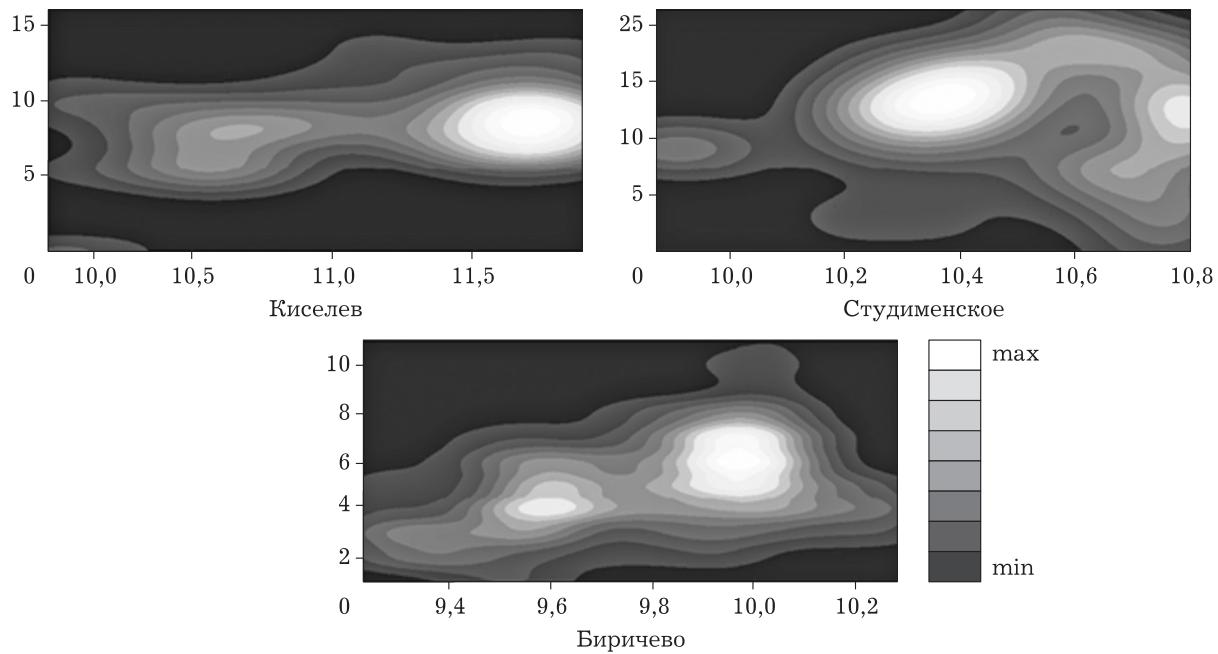


Рис. 4. Ядерная плотность распределения видов по высотам микрорельефа.

По оси абсцисс – количество видов, по оси ординат – отметки высот микрорельефа

индексу видового сходства П. Жаккара. Видовое сходство между всеми профилями менее 50 %. При этом самое высокое сходство в паре Киселев – Студименское (46 %). Самое низкое сходство в паре Киселев – Биричево (29 %). Пара Студименское – Биричево занимает промежуточное положение (36 %). А Биричево, отличаясь относительной флористической бедностью, характеризуется большей пестротой почвенно-растительного покрова.

Профили разнородны по выраженности форм и происхождению микрорельефа, по почвенным условиям, характеристикам α - и β -разнообразия. Микрорельеф является одним из связующих звеньев между почвенным и растительным покровами. Показатели связи проективного покрытия видов с микрорельефом представлены в табл. 3. В таблице представлены не все виды общего флористического списка профилей, а только те, которые либо имеют высокий фитоценотический индекс, либо выраженную связь с микрорельефом, либо и то и другое хотя бы на одном из профилей.

Из общееэкологических положений известно, что теоретически вид в пределах своей амплитуды может почти с равной вероятностью встретиться при любых значениях фак-

тора, т. е. во всем диапазоне своей амплитуды, но высокое обилие будет приурочено к оптимальным условиям. Микроповышения и микропонижения на равнинной поверхности островов характеризуются специфическими микроэкотопическими условиями, например, межгривные понижения, западины и колеи будут более увлажнены. Эти влажные микроэкотопы в микропонижениях очень часто занимают луговые мезогигрофиты и гигрофиты. Достоверно установлено, что на всех трех профилях гигрофит *Filipendula ulmaria* Maxim. (L.) приурочен к микропонижениям островов.

Однако на профилях Киселев и Биричево она относится к фитоценотическим лидерам, а на профиле Студименское нет. К подобным пониженным микроэкотопам (но пространственно разобщенным с таволгой) приурочены *Carex cespitosa* L., что подтвердились достоверной корреляцией на двух профилях, и *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, показавший высокую корреляцию на Студименском. На микроповышениях большее проективное покрытие имеют *Festuca rubra* L., *Alopecurus pratensis* L., *Geranium pratense* L.

Из общего для трех профилей флористического списка только для 8 % видов достоверно подтвердилась корреляционная связь

Т а б л и ц а 3

Связь проективного покрытия видов вдоль профилей с микрорельефом

Вид	Профиль		
	Киселев	Студименское	Биричево
<i>Achillea millefolium</i> L.	1021,535 (3,01) 0,225440	2,450 (0,39) 0,225440	—
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	287,482 (2,46) 0,214001	2040,072 (3,31) 0,409801	63,62 (1,80) 0,146763217
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	—	2,778 (0,44) -0,595830	273,52 (2,44) -0,094903923
<i>Carex cespitosa</i> L.	15,441 (1,19) -0,153301	11,111 (1,05) -0,595830	42,82 (1,63) -0,3945118
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	—	2,444 (0,39) 0,044538	577,21 (2,76) 0,304431381
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	90,353 (1,96) -0,024323	161,389 (2,21) -0,044179	455,44 (2,66) 0,055376324
<i>Equisetum arvense</i> L.	574,906 (2,76) -0,098278	6,700 (0,83) 0,126961	10,47 (1,02) 0,140567224
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	947,647 (2,98) 0,215803	1260,122 (3,10) 0,333229	0,30 (-0,52) 0,065788148
<i>Festuca rubra</i> L.	1678,900 (3,23) 0,415257	1064,000 (3,03) 0,331885	—
<i>Filipendula ulmaria</i> Maxim. (L.)	976,276 (2,99) -0,347279	264,844 (2,42) -0,639189	675,65(2,83) -0,410473174
<i>Galium boreale</i> L.	1243,200 (3,09) -0,053416	—	0,0543 (-1,27) -0,141796
<i>Geranium pratense</i> L.	626,053 (2,80) 0,380329	7,583 (0,88) -0,048121	1,55 (0,19) 0,103257468
<i>Geum rivale</i> L.	—	5,556 (0,74) -0,595830	—
<i>Phleum pratense</i> L.	337,500 (2,53) -0,027774	1239,333 (3,09) 0,191256	18,11 (1,26) 0,192952565
<i>Rhinanthus vernalis</i> (N. Zing.) Schischk. & Serg.	6,876 (0,84) -0,148422	1585,100 (3,20) 0,280852	—
<i>Taraxacum officinale</i> Wigg. s.l.	62,118 (1,79) 0,194072	1266,778 (3,10) 0,178297	—
<i>Trifolium pratense</i> L.	13,688 (1,14) -0,010069	1556,100 (3,19) -0,079150	—
<i>Urtica dioica</i> L.	13,071 (1,12) -0,191688	—	499,46 (2,70) 0,083395177
<i>Vicia cracca</i> L.	513,882 (2,71) -0,069238	81,289 (1,91) 0,058861	32,42 (1,51) 0,240655783

П р и м е ч а н и е. Числитель – значение индекса фитоценотической значимости вида (I), в скобках указан логарифм индекса ($\log I$), знаменатель – значение корреляционной связи проективного покрытия вида с микрорельефом. Прочерк – вид отсутствует на профиле. Жирным шрифтом выделены статистически значимые коэффициенты корреляции ($p < 0,05$) и соответствующие им индексы фитоценотической значимости, если вид является фитоценотическим лидером.

проективного покрытия с микрорельефом. Примечательно, что абсолютное большинство данных видов имеют высокий фитоценотический индекс на одном, двух или сразу трех профилях. То есть они чаще всего встречаются и характеризуются высоким проективным покрытием на большинстве площадок. Это не означает, что остальные виды флористического списка не имеют определенной микрорэктопической приуроченности. Но в рамках представленного массива данных и проведенного анализа это доказать невозможно. Например, *Myosotis palustris* (L.) L. и *Galium palustre* L. по визуальным оценкам всегда приурочены к переувлажненным микропонижениям, но покрытие их и встречаемость здесь не значительны. В целом имеет место существование шести сценариев группировки видов по фитоценотической значимости и связи проективного покрытия с микрорельефом. Влияние последнего относительно видоспецифично.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Почвенно-растительный покров лугов островной поймы в дельте р. Сев. Двина является рельефоидом на микроландшафтном уровне. Эта зависимость проявляется в различных аспектах неоднородности почвенного и растительного покрова. Представленные острова характеризуются индивидуальной микрорельефной поверхностью, с максимальными перепадами высот до 2,7 м. Антропогенное искажение неоднородности естественного микрорельефа, сформировавшегося под воздействием аллювиальности и поемности, происходит в результате мелиоративных работ, процессов залежеобразования и других видов хозяйственной деятельности.

Гетерогенность почвенного покрова проявляется в почвенных разностях, приуроченных к микропонижениям (преимущественно переувлажненные болотные почвы) или микроповышениям (преимущественно аллювиальные слоистые, аллювиальные дерновые и агродерновые почвы без признаков оглеения). В целом в понижениях рельефа, где может застаиваться паводковая вода, содержание фосфора и калия снижается, на повышенных участках, в условиях хорошей аэрируемости, происходит их накопление, а также формирование более кислых почв.

Гетерогенность растительного покрова на-кладывается на почвенную гетерогенность и микрорельефную структуру лугов. Растительная гетерогенность проявляется в различных аспектах на всех уровнях биоразнообразия. Одним из ее аспектов является кластеризация видовой насыщенности по высотам микрорельефа и высотная приуроченность отдельных луговых видов. К пониженным микрорэктопам тяготеют *Filipendula ulmaria*, *Carex cespitosa*, *Calamagrostis epigeios*, к повышенным – *Festuca rubra*, *Alopecurus pratensis*, *Geranium pratense*.

Всестороннее изучение подобных явлений имеет прикладной характер. Неоднородность почвенно-растительного покрова на микроровнене свидетельствует о необходимости применения точечного подхода в земледелии и луговодстве.

ЛИТЕРАТУРА

- Болысов С. И. Биогенное рельефообразование на суше. М.: ГЕОС, 2007. Т. 2: Зональность. 466 с.
- Василевич В. И. Очерки теоретической фитоценологии. Л., 1983. 248 с.
- Вильямс В. Р. Естественно-научные основы луговодства или луговедение. М.: Изд-во Наркомзема "Новая деревня", 1922. 299 с.
- Воронина В. П., Власенко М. В. Особенности продуктивности пастищных угодий на зональных почвах Астраханской области // Изв. Нижневолж. агрониверситетского комплекса: наука и высш. проф. образ. 2011. № 3 (23). С. 1–8.
- Гидрология устьевой области Северной Двины / под ред. М. И. Зотина, В. Н. Михайлова. М.: Гидрометеорологическое изд-во, 1965. 376 с.
- Гопп Н. В., Нечаева Т. В., Савенков О. А., Смирнова Н. В., Смирнов В. В. Оценка влияния мезорельефа склона на пространственную изменчивость свойств почвы и характеристики растительного покрова по данным дистанционного зондирования земли // Исследование Земли из космоса. 2016. № 3. С. 66.
- Димо Н. А., Келлер Б. А. В области полупустыни // Почвенные и ботанические исследования на юге Царицынского уезда Саратовской губернии. Саратов: Изд-во Сарат. губернского земства, 1907. 215 с.
- Еленевский Р. А. Вопросы изучения и освоения пойм. М.: Изд-во всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, 1936. 100 с.
- Елсаков В. В., Тетерюк Л. В. Роль рельефа в формировании растительности карстовых ландшафтов европейского северо-востока России // Исследование Земли из космоса. М.: Наука, 2012. № 3. 78 с.
- Лебедева В. Х., Тиходеева М. Ю., Ипатов В. С. О неоднородности растительного покрова лугов и лесов // Ботан. журн. 2016. Т. 101, № 4. С. 358–376.
- Мазинг В. В. Об изучении мозаичности и комплексности растительного покрова // Изв. АН ЭССР. Сер. биол. 1965. № 1. С. 98–111.

- Матвеева Н. В. Гетерогенность растительного покрова в Арктике и подходы к ее типизаций // Актуальные проблемы геоботаники: III Всерос. шк.-конф.: лекции. Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 2007. С. 212–225.
- Мильков Ф. Н. Воздействие рельефа на растительность и животный мир. (Биогеоморфологические очерки). М.: Географгиз, 1953. 164 с.
- Неуструев С. С. Почвы и циклы эрозии // Геогр. вестн. 1922. Т. 1, вып. 2–3. С. 1–12.
- Полевой практикум по почвоведению / сост.: Е. Н. Наквасина, В. С. Серый, Б. А. Семенов. Архангельск: Арх. гос. техн. ун-т, 2007. 127 с.
- Понятовская В. М., Сырокомская И. В. Опыт сравнительной оценки участия вида в строении лугового сообщества // Геоботаника. 1960. Вып. 12. С. 171–180.
- Ризаев И. Г. Геоморфологические аспекты исследования растительного покрова на основе лазерной альбитиметрии: на примере Западного Кавказа: дис. ... канд. геогр. наук. Краснодар, 2010. 185 с.
- Саксонов С. В. Первые члены русского ботанического общества // Самарская лука: проблемы региональной и глобальной экологии. Тольятти: Ин-т экологии Волжского бассейна РАН, 2015. Т. 24, № 2. С. 194–229.
- Сукачев В. Н. Растительные сообщества (Введение в фитосоциологию). изд. 4-е, доп. Л.; М.: Книга, 1928. 232 с.
- Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
- Шарайя Л. С., Шарый П. А. Изучение пространственной организации лесных экосистем с помощью методов геоморфометрии // Экология. 2011. № 1. С. 3–10.
- Шенников А. П. Влияние положения в рельефе // Введение в геоботанику. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1964. С. 171–188.
- Юннатов А. А. Типы и содержание геоботанических исследований, выбор пробных площадей и заложение экологических профилей // Полевая геоботаника / под ред. Е. М. Лавренко, А. А. Корчагина. М.; Л.: Наука, 1964. Т. 3. С. 9–96.
- Ярошенко П. Д. Результаты изучения микрогруппировок некоторых ассоциаций на летних пастбищах Азербайджанской ССР // Тр. по геоботан. обследованию пастбищ Азербайджана. Сер. С. (Работы стационарных пунктов). Баку, 1931. С. 1–27.
- Florinsky I. V., Kuryakova G. A. Influence of topography on some vegetation cover properties // Catena. 1996. Vol. 27. P. 123–141.
- Kruckeberg A. R. Geology and Plant Life: The Effects of Landforms and Rock Types on Plants. Seattle: University of Washington Press, 2002. 362 p.
- Loneragan W., Moral R. The influence of microrelief on community structure of subalpine meadows // Bull. Torrey Botan. Club. 1984. Vol. 111, N 2. P. 209–216.
- Moran P. A. Notes on continuous stochastic phenomena // Biometrika. 1950. N 37. P. 17–23
- Rose J. The importance of micro-topographic heterogeneity in determining species diversity of alpine plant communities of Glacier National Park. MT. MA (Master of Arts) thesis. University of Iowa, 2010. 117 p.
- Sterling A., Peco B., Casado M. A., Galiano E. F., Pineda F. D. Influence of microtopography on floristic variation in the ecological succession in grassland // Oikos. 1984. Vol. 42, N 3. P. 334–342.
- World Reference Base for Soil Resources 2014 (WRB, 2014). International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps. Rome, 2015. 192 p.

Microrelief Heterogeneity of Floodplain Meadows (in the Delta of the Northern Dvina River)

T. A. PARINOVA¹, A. G. VOLKOV¹, A. A. POPOVA^{1,2}

¹ Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov
163002, Arkhangelsk, Northern Dvina emb., 17
E-mail: nadeinata@mail.ru

² Agrochemical Service Station “Arkhangelskaya”
163062, Arkhangelsk, Nikitova str., 9

This article provides quantitative evaluation of aspects of the spatial heterogeneity of soil- and vegetation cover of floodplains in relation to the microrelief. Floodplains in the delta of the Northern Dvina River are given as examples. The study manifests that soil- and vegetation cover is a feature of the relief and related to it in various aspects. Floodplain meadows are proven to be reliefoid (specific component of the outer shell of the ground surface to which morphological description can be applied) at the micro scale level. In this study we refer to heterogeneity as to a difference in edaphic background caused by geomorphologic features of the river delta area in conjunction with various aspects of economic activity, and corresponding to the cluster of specific properties of vegetation. Due to intrazonal localization of floodplain ecosystems, the results of local survey, for example, in Arkhangelsk Oblast of Russia, can be extrapolated to other regions. Relevance of this research of heterogeneity of soil- and vegetation cover is based not only on fundamental aspects, but also on agricultural management needs.

Key words: microscale heterogeneity, microrelief, meadows, soil cover, vegetation cover.