

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ВОДНОГО РЕЖИМА
АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ ПОЙМ РЕК СИХОТЭ-АЛИНЯ

© 2008 г. А. В. Назаркина

*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, 690022, Владивосток, пр. Столетия Владивостоку, 159**e-mail: nazarkina@ibss.dvo.ru*

Поступила в редакцию 28.11.2006 г.

Приведена характеристика гранулометрического состава, плотности, пористости, водоотдачи почв пойм рек Сихотэ-Алиня. Определены значения основных почвенно-гидрологических констант и показан характер их изменения в условиях разного речного стока. Установлено, что вертикальная неоднородность почвенных профилей по плотности может быть одной из причин, способствующих формированию высоких дождевых паводков на малых речных бассейнах Сихотэ-Алиня в летний период.

ВВЕДЕНИЕ

К настоящему времени наиболее полно изучены свойства и режимы аллювиальных почв крупных равнинных рек, обоснованы критерии их классификации [7, 12]. Сведений об аллювиальных почвах горных рек приводится значительно меньше и, как правило, рассматриваются или почвы наиболее широких устьевых зон [32], или почвы террас, вышедших из зон затопления [34]. Более низкая степень изученности аллювиальных почв горных рек обусловлена труднодоступностью и малонаселенностью этих территорий. Тем не менее, в условиях горного типа рельефа почвы долин рек оказываются наиболее пригодными для сельскохозяйственного использования, несмотря на специфику процесса их затопления, заключающуюся в ускоренном формировании мощной паводковой волны или катастрофического наводнения.

Защита аллювиальных почв от наводнений на реках продолжает оставаться одной из актуальных проблем не только в России, но и в других странах [16]. Одамбование, регулирование ширины русла и другие практические меры оказываются наиболее эффективными при использовании моделей расчета и прогнозирования катастрофических наводнений в речных бассейнах. Подстилающая поверхность водосбора, а именно почвенный покров пойм и склонов с его индивидуальными особенностями, играет важную регулирующую роль в таких моделях. В литературе отмечен феномен контррегуляции стока подстилающей поверхностью, под которым «подразумевается сработка некоторого влагозапаса с более высокой интенсивностью, чем происходило его накопление» [5, с. 142]. Физическая интерпретация этого явления «может заключаться в том, что при формировании экстремальных па-

водков происходит быстрая мобилизация предварительно накопленных влагозапасов. Разумеется, общее количество влаги в толще почвогрунтов с увеличением расхода не уменьшается и тем более не принимает физически бессмысленного отрицательного значения. Происходит лишь быстрая смена форм ее организации» [5, с. 148].

В связи с этим, разработка бассейнового подхода в исследованиях пойменных земель [8] позволяет рассматривать водосборный бассейн как топографическую единицу с определенным составом почв, которая подразделяется на более мелкие подсистемы в соответствии с характеристиками речного стока, являющегося интегральной характеристикой гидрологических процессов, происходящих на водосборе. В свою очередь, почвенный покров не только испытывает на себе разрушающее действие паводков, но и сам активно участвует в регулировании их величины, определяет внутриобъемный режим стокообразования.

Исследования физических свойств и водного режима почв пойм бассейнов рек позволяют оценить роль почвенного покрова в формировании катастрофических наводнений на горных реках. В задачи исследования входило определение значений почвенно-гидрологических констант аллювиальных почв горных рек Сихотэ-Алиня, подверженных частым затоплениям. Цель данной работы – охарактеризовать режим влажности почв, сформированных на поймах рек в разных условиях седиментации с контрастными изменениями речного стока.

Из 7.8 млн. га пойменных земель Дальнего Востока [17] аллювиальные почвы Приморского края занимают 954.3 тыс. га. Несмотря на сложный рельеф и интенсивное развитие водно-эрозионных процессов, пойменные почвы горных рек

Сихотэ-Алиня входят в основной земельный фонд края, на них сосредоточена основная кормовая база животноводства – естественные пастбища и сенокосы. В северных районах края аллювиальные почвы в структуре пашни составляют до 61–89% [26]. Эти земли потенциально пригодны для выращивания лекарственного сырья [23]. Трансформация угодий после наводнений приводит к большому материальному ущербу экономике края [24]. Большая часть ценных в сельскохозяйственном отношении земель пойм горных рек Сихотэ-Алиня, находится в зонах среднего и высокого риска затопления [6]. Из шести почвенно-мелиоративных районов, почвы только одного района не нуждаются в регулировании водного режима. Водный режим аллювиальных почв горных рек Приморского края ранее не изучен.

Исследования проводились на реках Большая Уссурка и Партизанская, которые дренируют западный и южный склоны горной системы Сихотэ-Алинь, занимающей большую часть территории Приморского края. Средняя высота водосбора реки Большая Уссурка составляет 685 м над уровнем моря, уклон 2.2‰, Партизанской – 460 м над ур. м., но уклон выше – 6.5‰. Водосборная площадь реки Большая Уссурка составляет 29600 км², Партизанская – 4140 км². Средний годовой расход воды составляет 231–460 м³/сек, максимальный паводочный достигает 1650 м³/сек и выше. В среднем в году проходит 3–4 паводка высотой 1–4 м.

Режим осадков определяется условиями муссонной циркуляции воздушных масс и циклонической деятельностью. Зимой наблюдается антициклонный характер погоды. В первую половину лета (апрель–июнь) господствуют воздушные массы юго-восточного муссона, принося 30–35% годовой суммы осадков в виде туманов и мороси. Во второй половине лета (июль–сентябрь) циклоническая деятельность усиливается она представлена влажными, теплыми массами тропического воздуха и тайфунами. На три месяца (июль–сентябрь) приходится 90% всех тайфунов.

Водораздельные хребты Сихотэ-Алиня представляют собой естественный барьер на пути передвижения воздушных масс и обуславливают специфические погодные условия в долинах рек. Летом наблюдается хорошая их прогреваемость (температура воздуха составляет 19.2–20.1°C, поверхности почвы 22.6–22.8°C). Зимой происходит аккумуляция холодных воздушных масс (температура воздуха опускается до –13.4–(–22.9)°C, почвы до –26.1°C, промерзание происходит до глубины 108–117 см, в отдельные годы до 154 см). Безморозный период в долинах из-за температурной инверсии на 10–20 дней короче и составляет 119–130 дней в долине р. Большая Уссурка, возрастая до 151 дня в долине реки Партизанская.

Сумма среднесуточных температур воздуха в долинах больше, чем в горах, на 402°C. Сумма температур выше 10°C составляет 2400–2200°C. В долинах распространены “морозные туманы”. По величине гидротермического коэффициента долины находятся в зонах оптимального (1.6–2.0) увлажнения (Большая Уссурка) и избыточной влагообеспеченности (>2.0) (Партизанская). Годовое количество осадков составляет 785–867 мм, осадки за зимний период составляют 14–20% годовых.

Согласно геоботаническому районированию [13] территория входит в Восточно-Азиатскую умеренно холодную достаточно влажную хвойно-широколиственную область. Растительность южного склона отличается более теплолюбивыми видами.

Рельеф поймы представлен поверхностями двух высотных уровней. Высокая пойма (1.5–3.5 м) сильно изрезана старичными понижениями, часто заболочена. Сложена она алеврито-суглинистым аллювием мощностью 2–2.5 м. Низкая пойма (0.5–1.5 м) имеет ровную, иногда волнистую поверхность, где чередуются береговые валы и старичные понижения; сложена она песчаным аллювием. Старичный аллювий представлен мало мощными линзами песчаных алевритов и глин [14]. Ширина поймы рек составляет в верхнем течении 200–400 м, увеличиваясь к устью до 4–5 км. Соотношение ширины русла к ширине поймы приближается к 1 : 10 на участках меандрирования, тогда как в зоне фуркации оно снижается до 1 : 3. При незначительном повышении уровня воды в реке, пойма затопливается. В наилках реки Большая Уссурка преобладают гидрослюды (73–87%), каолинит с хлоритом (15–26%) и смектит (1–6%). В наилках реки Партизанская уменьшается доля гидрослюд до 50–60%, доли монтмориллонита и каолинита с хлоритом составляют по 20–25% общей суммы глинистых минералов.

Почвообразующие породы обладают кислой реакцией среды (pH = 4.2) в бессточных понижениях и практически нейтральной (pH = 5.2–6.2) на пойме. Значения суммы поглощенных оснований изменяется от 4.6–5.0 до 13.6–23.5 мг-экв/100 г почвы. Степень насыщенности основаниями составляет 73–75%. Коэффициент фильтрации равен 0.5 м/сутки.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования являются аллювиальные почвы, сформированные в долинах горных рек Большая Уссурка и Партизанская и подверженные регулярным затоплениям. Физико-химические свойства этих почв [37] позволяют классифицировать их как аллювиальные серогумусовые и аллювиальные слоистые почвы [12]. Они характеризуются невысоким содержанием

гумуса (2–8%) и кислотностью, близкой к нейтральной (рН = 6–6.5). Гидролитическая кислотность составляет 2–4 мг-экв/100 г, степень насыщенности основаниями достигает 80–90%. Коэффициент вертикальной фильтрации верхних горизонтов аллювиальных слоистых почв составляет 1.08 м/сутки, с глубиной резко уменьшается до 0.43 м/сутки. В аллювиальных серогумусовых почвах он составляет 0.86–0.43 м/сутки [11].

Исследования проводились в 1990–2000 гг. Гранулометрический анализ почв проведен ситопипеточным методом, модифицированным ВНИИГиМ для глинистых грунтов [29]. Подготовка образцов проведена с применением 4%-процентного раствора пирофосфата натрия, названия фракций гранулометрического состава приведены по классификации Н.А. Качинского, плотность твердой фазы почвы определена пикнометрическим методом [28]. Почвенно-гидрологические константы (полная, наименьшая, капиллярная, естественная влагоемкость) были определены в лабораторных условиях по методике мезомонолитов с использованием стандартных бюксов [27]. Отбор образцов проводился в 6-кратной повторности путем взвешивания или вдавливания бюксов в поверхности каждого почвенного горизонта. Плотность сложения, поистость и влагозапасы определены принятым в почвоведении расчетным методом [28]. Влажность завядания определена по рекомендациям, разработанным для почв Приморья [4, 25]. Влажность разрыва капиллярной связи определена расчетным методом [3].

При изучении водного режима почв применен метод моделирования в системе почва-растение-атмосфера, в основе которого лежат водобалансовые уравнения [2]. Для выполнения расчетов использованы следующие материалы: широта местоположения пунктов [33]; среднесуточные значения общей и нижней облачности по данным гидрометстанций Вострещево и Партизанск [18–22, 30]; даты наступления фаз развития растений по Березникову [2]; годовая амплитуда температуры воздуха, вычисленная по среднемесячным температурам самого холодного и самого теплого месяцев по Справочнику [31]; почвенно-гидрологические константы по экспериментальным данным; общие влагозапасы в почве на начало расчетного периода были приняты равными наименьшей влагоемкости; густота речной сети была принята равной 3.3 км/км²; значения суточных сумм осадков с учетом потерь на смачивание осадкомерного сосуда по справочным данным [18–22]. Суточные величины возможной солнечной радиации при безоблачном небе и значения коэффициента корректировки сняты с графиков, построенных по данным справочных таблиц Березников [2]; значения годовой амплитуды теплообмена в почве, альbedo, среднеширотного коэффициента, сведения о затененности почвы растени-

ями определены по таблицам К.П. Березникова [2]; глубина зеркала грунтовых вод принята 2 м. Расчеты выполнены по программе “VLAGA” [3]. Для более объективной оценки полученных результатов были выбраны 6 характерных по водности лет: многоводные–1974 г. (Большая Уссурка и Партизанская); средние – 1972 г. (Большая Уссурка) и 1981 г. (Партизанская); маловодные – 1976 г. (Большая Уссурка) и 1978 г. (Партизанская). Расчеты проведены за теплый период года с 1 апреля по 30 сентября включительно. Суточная динамика влажности почвы до глубины 30 см рассчитана по уравнениям водного баланса по слоям 0–10 см.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Аллювиальные почвы седиментологической зоны имеют сложное полигенетическое строение. Аллювиальные слоистые почвы формируются в пределах прирусловой части поймы. Это наиболее молодые почвы, которые часто намываются и размываются. В пределах приречной части поймы в профилях серогумусовых типичных и оглеенных почв встречается много погребенных горизонтов. Согласно геолого-геоморфологическому описанию [15] в профиле серогумусовой почвы обнаруживается пять ритмических пачек осадков, регистрирующих смену процессов аккумуляции осадков и почвообразования. Погребенные горизонты соответствуют стадиям формирования болотной, лугово-болотной почвы в период от позднего вюрма до позднего голоцена.

Анализ гранулометрического состава показывает высокую степень неоднородности дисперсного материала, формирующего профили аллювиальных слоистых и серогумусовых почв (табл. 1). В пределах генетических горизонтов почв, во фракции физической глины преобладают пылевые частицы, содержание ила в почвах невысокое (до 22.8% в гумусовых горизонтах и до 17.2% в минеральных).

По типу сложения профили аллювиальных слоистых и серогумусовых почв горных рек представляют собой педо-литогенные комплексы, состоящие

из гумусированных горизонтов, минеральных слоев песка, суглинков или глин,

часто обнаруживаются погребенные гумусовые горизонты. Профили почв могут полностью состоять из легких (разр. 3–97, 7–90) или тяжелых по гранулометрическому составу горизонтов (разр. 2–97), быть контрастными (разр. 28–90).

Особенностью аллювиальных почв горных рек является их высокая галечниковатость. В аллювиальных слоистых почвах на глубине 90–100 см галечниковатость возрастает с 15 до 65% (размер галек >10 см) (табл. 2). По данным Зайдельмана [9] водный режим почв, близко подстилаемых га-

Таблица 1. Гранулометрический состав аллювиальных почв, мм, %

Горизонт	Глубина, см	1–0.25	0.25–0.05	0.05–0.01	0.01–0.005	0.005–0.001	<0.001
Аллювиальная слоистая типичная, разр. 28–90							
W	0–16	2.1	16.6	23.5	30.0	26.7	1.1
	16–27	7.4	2.4	32.2	24.6	28.9	4.5
2C~	27–49	5.3	37.8	27.6	9.1	18.3	2.9
3C~	49–100	69.2	6.4	12.0	7.5	2.1	2.8
Аллювиальная слоистая глееватая, разр. 3–97							
W	0–20	12.3	21.0	48.9	11.6	3.9	2.3
	20–40	12.1	5.7	59.0	8.5	11.6	3.1
2C~	40–60	5.2	38.2	29.0	17.6	0.8	9.2
3C~	60–77	20.5	49.8	6.1	11.4	3.8	8.4
4C~	77–97	16.0	9.7	46.7	18.4	3.1	6.1
5C~	97–108	17.4	19.9	32.9	19.1	9.9	0.8
6Cg~	108–122	3.8	19.5	42.9	5.4	23.0	5.4
7Cg~	122–139	8.6	13.4	27.6	33.9	11.8	4.7
8Cg~	139–157	1.5	19.1	39.7	18.7	18.7	2.3
9Cg~	157–163	68.6	3.2	4.6	9.1	9.9	4.6
Аллювиальная серогумусовая глееватая, разр. 7–90							
AY	0–23	2.5	41.1	21.1	15.7	18.0	1.6
	23–37	0.5	52.6	12.5	17.2	3.9	13.3
2C~	37–80	3.5	43.3	19.3	7.7	17.7	8.5
3Cg~	80–115	6.7	28.0	37.4	8.0	7.2	12.7
4Cg~	115–140	24.6	42.6	15.6	1.6	14.8	0.8
Аллювиальная серогумусовая глееватая, разр. 2–97							
AY	0–25	12.6	3.2	40.1	1.6	23.9	18.9
	25–38	14.6	2.0	48.1	2.6	22.3	10.3
	38–52	12.6	8.8	33.8	4.7	17.3	22.8
2C~	52–74	2.4	21.4	30.7	11.8	33.0	0.8
	74–96	1.5	33.3	17.8	37.2	9.3	0.8
3Cg~	96–110	0.8	16.8	44.3	4.0	22.1	11.9
	110–124	2.6	13.3	39.5	15.4	12.0	17.2
G~	124–138	0.9	1.5	52.7	17.0	26.3	1.7
	138–152	1.7	3.0	22.1	34.0	24.7	14.5
GC~	152–158	4.2	25.2	18.7	22.9	14.4	14.4

лечниковыми отложениями (0.3–2.3 м), определяется особенностями гранулометрического состава, а также взаимным расположением разных по гранулометрическому составу горизонтов в пределах почвенного профиля.

Ранее установлено [1, 36], что в почве в условиях слабонапорной фильтрации движение влаги происходит специфическими путями, формирование которых связано с пространственной неоднородностью плотности в горизонтальном и вертикальном направлении. Согласно данным Зейделя [10], интервал значений 1.11–1.30 г/см³

соответствует оптимальным условиям уплотнения периодически увлажненных почв. В связи с этим по типу уплотнения горизонты почв были подразделены на три группы: рыхлые (значения плотности составляют менее 1.10 г/см³), оптимально уплотненные (1.11–1.30 г/см³), плотные (более 1.31 г/см³). По полученным данным (табл. 2) прослеживается вертикальная неоднородность почвенных профилей по плотности. В профиле серогумусовой почвы (разр. 2–97) на глубине около 100 см наблюдаются смена зоны повышенной плотности на зону оптимальной плотности. Профиль разреза 7–90 характеризуется чередованием

Таблица 2. Водно-физические свойства аллювиальных почв

Горизонт	Глубина, см	Каменистость, %	Плотность, г/см ³	Пористость, %		Наименьшая влагоемкость	Водоотдача
				общая	устойчивой аэрации (НВ)		
Аллювиальная слоистая типичная, разр. 28–90							
W	0–16	–	0.56	73.8	35.8	38.0	52.3
	16–27	–	0.94	58.1	19.6	38.5	15.3
2C~	27–49	–	1.01	58.9	18.7	40.2	14.7
3C~	49–100	64.5	1.22	51.4	27.8	23.6	18.5
Аллювиальная слоистая глееватая, разр. 3–97							
W	0–20	–	1.25	49.9	29.6	20.3	25.6
	20–40	–	1.35	46.3	17.5	28.8	18.2
2C~	40–60	–	1.42	44.4	17.4	27.0	18.9
3C~	60–77	–	1.41	46.8	29.3	17.5	28.4
4C~	77–97	–	1.29	49.2	14.9	34.3	13.8
5C~	97–108	–	1.31	48.7	19.1	29.6	19.7
6Cg~	108–122	–	1.15	55.8	16.3	39.5	13.7
7Cg~	122–139	–	1.13	54.1	18.1	36.0	20.8
8Cg~	139–157	15.0	1.16	53.6	18.0	35.6	23.8
9Cg~	157–163	56.2	1.27	50.6	38.5	12.1	37.3
Аллювиальная серогумусовая глееватая, разр. 7–90							
AY	0–23	–	1.00	54.1	14.4	39.7	16.3
	23–37	–	1.32	49.2	13.6	35.6	9.6
2C~	37–80	–	1.18	53.6	14.0	39.6	11.5
3Cg~	80–115	–	1.54	40.6	8.7	31.9	5.1
4Cg~	115–140	3.6	1.33	48.7	17.2	31.5	8.2
Аллювиальная серогумусовая глееватая, разр. 2–97							
AY	0–25	–	1.25	51.4	16.6	34.8	19.9
	25–38	–	1.35	37.7	3.6	34.1	17.2
	38–52	–	1.42	36.9	3.1	33.8	10.3
2C~	52–74	–	1.41	39.1	3.7	35.4	16.6
	74–96	–	1.29	40.9	8.3	32.6	10.8
3Cg~	96–110	–	1.31	46.9	8.9	38.0	8.8
	110–124	–	1.15	40.2	6.1	34.1	8.0
G~	124–138	–	1.13	52.4	14.3	38.1	16.4
	138–152	4.3	1.16	50.1	13.7	36.4	16.6
GC~	152–158	8.7	1.27	46.1	11.6	34.5	21.9

горизонтов разной степени плотности. Профиль аллювиальной слоистой почвы (разр. 28-90) характеризуется рыхлой верхней толщей, с глубины 50 см почва является уплотненной.

Неоднородность почвенных профилей по плотности определяет особенности их водообмена. По оценкам Ознобихина [25] оглеение в почвах наступает при значениях пористости устойчивой аэрации меньше 10%. В аллювиальных серо-

гумусовых почвах такие условия, при которых пористость устойчивой аэрации составляет 6.1–8.9%, возникают преимущественно в нижней части профиля (табл. 2).

С характером уплотнения почв связана их водоотдача. В рыхлых горизонтах наблюдается высокая общая пористость, переувлажнения не происходит, максимальная водоотдача имеет высокие значения – до 52.3%. В зонах оптимального уплот-

Таблица 3. Средние запасы влаги в аллювиальных почвах, мм

Почва	Глубина, см	ПВ	КВ	НВ	ВРК	ВЗ	
Аллювиальная слоистая разр. 28–90	0–30	167	125	106	63	37	
	30–50	122	101	89	49	34	
	50–100	232	195	120	87	60	
	0–100	521	421	315	199	131	
	разр. 3–97	0–30	179	100	91	50	49
		30–50	129	90	79	40	39
		50–100	370	239	213	126	99
		0–100	678	429	383	216	187
	100–150	318	229	208	154	79	
Серогумусовая разр. 7–90	0–30	162	143	119	85	46	
	30–50	103	94	76	54	34	
	50–100	213	194	169	118	88	
	0–100	478	431	364	257	168	
	100–150	174	151	136	95	83	
	разр. 2–97	0–30	171	123	109	55	44
		30–50	186	151	135	92	51
		50–100	405	333	285	191	105
		0–100	762	607	529	338	200
		100–150	248	193	182	150	69

Примечание. Запасы влаги при влагоемкостях: полной (ПВ), капиллярной (КВ), наименьшей (НВ), при влажности разрыва капиллярных связей (ВРК), влажности завядания (ВЗ).

нения водоотдача составляет 8.0–37.3%. В контрастных по плотности зонах почвенного профиля изменение плотности с 1.18 до 1.54 г/см³ приводит к снижению водоотдачи более чем в 2 раза – с 11.5 до 5.1% (табл. 2).

При исследовании водорегулирующей роли почвенного покрова пойм большое значение имеют данные о запасах влаги в почвах. В табл. 3 приведены данные о средних запасах влаги аллювиальных слоистых и серогумусовых почв двух районов – оптимального увлажнения (разр. 28–90, 7–90) и избыточной влагообеспеченности (3–97, 2–97). Запас влаги в толще почв поймы 0–100 см р. Партизанская (район избыточной влагообеспеченности) больше, чем в почвах поймы реки Большая Уссурка (район оптимального увлажнения). В аллювиальных слоистых почвах запас влаги при наименьшей влагоемкости составляет 315–383 мм. До полного насыщения (521–678 мм) почвы потенциально могут вместить около 200 мм воды. В аллювиальных серогумусовых почвах запас влаги в метровом слое в большей степени зависит от климатических особенностей района и строения почвенного профиля. В контрастных по уплотнению почвах района оптимального увлажнения (разр.

7–90) при НВ запас влаги составляет 364 мм. Максимальная водоотдача составляет 114 мм. В более однородных и плотных аллювиальных серогумусовых почвах района избыточного увлажнения при наименьшей влагоемкости в 0–100 см толще содержится 529 мм воды. В таких почвах водоотдача выше – 233 мм, а влагозапасы при ВЗ и ВРК в почвах обоих районов не превышают 200 мм. Исключение составляют серогумусовые почвы района с избыточным увлажнением (разр. 2–97). Эти почвы характеризуются преимущественно тяжелым гранулометрическим составом (табл. 1).

Особый интерес представляет характер изменения водного режима верхнего (0–30 см) слоя этих почв, в котором прослеживается влияние уровня атмосферных осадков на водный режим почв. Своеобразие климата Приморского края заключается в том, что за сутки во время прохождения тайфуна может выпасть 200–300 мм осадков. Тайфуны могут проходить с небольшими временными интервалами. В паводочных циклах малых речных бассейнов главным фактором выступает взаимодействие русловой сети и толщи почвогрунтов в течение от 2 ч до 1 суток [5]. Это взаимодействие прослеживается в характере

Таблица 4. Длительность присутствия категорий влаги в аллювиальных почвах с апреля по сентябрь, дни

Месяц	Сток	ПВ–КВ	КВ–НВ	НВ–ВРК	ВРК–ВЗ	ПВ–КВ	КВ–НВ	НВ–ВРК	ВРК–ВЗ
		Аллювиальная слоистая почва				Аллювиальная серогумусовая почва			
IV	средний	-/15	5/9	25/6	-/-	-/-	-/-	11/30	19/-
	высокий	3/17	11/13	16/-	-/-	-/-	2/1	13/29	15/-
	низкий	-/10	-/13	30/7	-/-	-/-	-/-	-/30	30/-
V	средний	-/12	4/13	27/6	-/-	-/-	-/-	16/31	15/-
	высокий	2/31	29/-	-/-	-/-	-/2	7/5	24/24	-/-
	низкий	-/-	-/1	31/30	-/-	-/-	-/-	-/31	31/-
VI	средний	-/4	-/17	30/9	-/-	-/-	-/-	26/30	4/-
	высокий	10/30	20/-	-/-	-/-	-/10	10/9	20/11	-/-
	низкий	-/-	13/6	17/24	-/-	-/-	-/-	19/30	11/-
VII	средний	3/17	16/10	12/4	-/-	-/-	4/6	27/25	-/-
	высокий	5/21	26/10	-/-	-/-	-/-	9/4	22/27	-/-
	низкий	-/18	7/5	24/8	-/-	-/-	-/3	25/28	6/-
VIII	средний	23/14	6/13	2/4	-/-	7/-	21/-	3/31	-/-
	высокий	16/27	15/4	-/-	-/-	9/-	10/4	11/27	-/-
	низкий	6/29	19/2	6/-	-/-	1/2	13/7	12/22	5/-
IX	средний	23/30	7/-	-/-	-/-	3/3	26/3	1/24	-/-
	высокий	28/30	2/-	-/-	-/-	12/2	16/9	2/19	-/-
	низкий	2/28	28/2	-/-	-/-	3/2	26/4	1/24	-/-

Примечание. Над чертой значения показателей почв поймы р. Большая Уссурка, под чертой – р. Партизанская. Прочерк – данная категория влаги отсутствует.

формирования внутрипочвенного стока при разных уровнях речного стока.

В годы, когда на реках наблюдается средний уровень стока (рисунок), в первой половине вегетационного периода среднемесячные нормы осадков в обоих районах находятся в пределах 100 мм. Процесс испарения с почв поймы реки Большая Уссурка в мае–июне происходит интенсивнее, чем процесс выпадения. В районе изучения почв поймы реки Партизанская количество осадков превышает среднемесячную норму испарения. В августе–сентябре в обоих районах испарение уменьшается, а среднемесячная норма осадков увеличивается; соответственно, увеличивается внутрипочвенный сток. Устойчивый среднемесячный сток (20–56 мм) наблюдается в почвах поймы реки Партизанская с июля, в почвах поймы реки Большая Уссурка – с августа.

Водный режим почв в начале вегетационного периода (апрель) зависит от характера схода снежного покрова. Запасы воды в снеге в районе реки Большая Уссурка доходят до 70–80 мм, в районе реки Партизанская они составляют 30–60 мм [35] и создают дополнительное увлажнение в начале вегетационного сезона. В апреле аллювиальные слоистые почвы поймы реки Большая

Уссурка преимущественно (25 дней) находятся в состоянии увлажнения близкого к НВ

(табл. 4). Аллювиальные слоистые почвы поймы реки Партизанская полмесяца (15 дней) переувлажнены до ПВ-КВ. В течение мая–июня слоистые почвы поймы реки Большая Уссурка характеризуются оптимальным увлажнением, почвы поймы реки Партизанская периодически переувлажняются (длительность периода с увлажнением до ПВ достигает 4–12 дней). Во второй половине вегетационного периода аллювиальные слоистые почвы поймы реки Большая Уссурка характеризуются периодически переувлажненным водным режимом, длительность периода переувлажнения в почвах поймы реки Партизанская в июле–августе увеличивается до 14–17 дней, а в сентябре достигает 30 дней.

Аллювиальные серогумусовые почвы, сформированные на более высоком геоморфологическом уровне, в первую половину вегетационного сезона увлажнены в пределах НВ-ВРК. В апреле–мае серогумусовые почвы поймы реки Большая Уссурка даже могут испытывать недостаток влаги. В течение 15–19 дней увлажнение может опускаться до значений ВРК-ВЗ. Во второй половине вегетационного периода в почвах обоих районов наблюдается оптимальный уровень увлажнения в

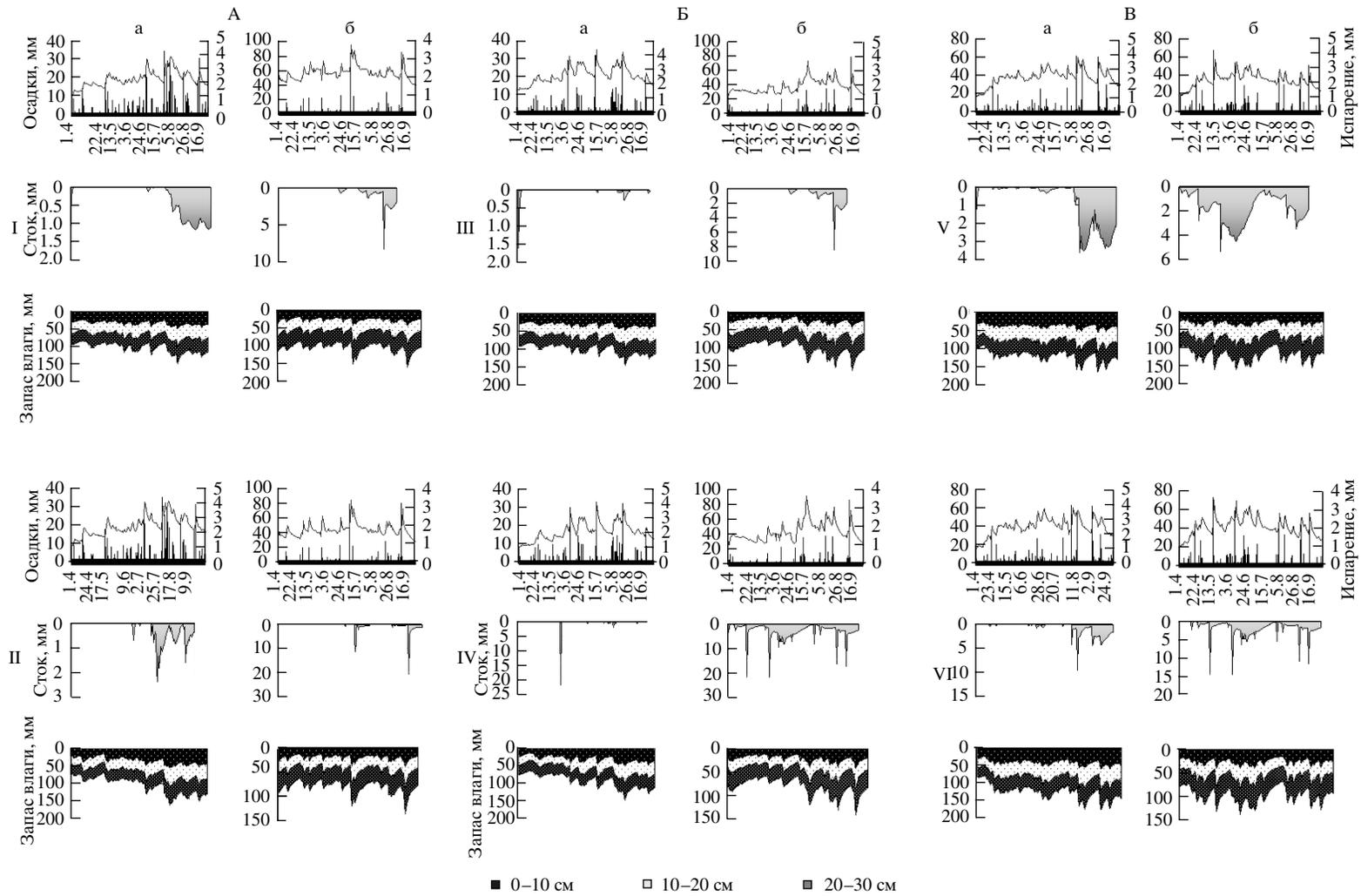


Рисунок. Распределение элементов водного баланса слоистой (I) и серогумусовой (II) аллювиальных почв при среднем (А), низком (Б) и высоком (В) уровне речного стока. Обозначения: а – река Большая Уссурка, б – река Партизанская.

пределах КВ-ВРК. Из-за более раннего наступления заморозков на почве, в сентябре в почвах поймы реки Большая Уссурка понижается уровень внутрипочвенного стока до 18 мм, что приводит к переувлажнению серогумусовых почв в течение 3–7 дней.

В экстремальные по уровню речного стока годы наблюдаются резкие различия в количестве выпавших осадков, сохраняется тенденция их увеличения к концу лета. Испарительный процесс в почвах более стабилен. В годы с минимальным речным стоком (рис. 2, б), в аллювиальных слоистых почвах поймы реки Большая Уссурка внутрипочвенный сток непостоянен и зависит от количества выпавших осадков. В аллювиальных слоистых почвах реки Партизанская устойчивый сток формируется с июля. Во второй половине вегетационного периода формируется устойчивый внутрипочвенный сток в серогумусовых почвах обеих районов. В апреле–июне аллювиальные слоистые почвы увлажнены в пределах КВ-НВ. В августе–сентябре аллювиальные слоистые почвы поймы реки Большая Уссурка характеризуются как периодически увлажненные почвы. Аллювиальные слоистые почвы поймы реки Партизанская в конце сезона переувлажнены до ПВ 27–28 дней в течение месяца. В серогумусовых почвах обеих районов в августе–сентябре переувлажнение возможно на очень короткий период до 1–3 дней. Наоборот, в серогумусовых почвах поймы реки Большая Уссурка возможно наступление периода с недостаточным увлажнением (до ВРК-ВЗ) продолжительностью от недели (в июле) до полумесяца (в апреле). В серогумусовых почвах поймы реки Партизанская иссушения не наблюдается.

Годы с максимальным речным стоком (рис. 3, в) характеризуются выпадением большого количества осадков в течение вегетационного сезона. В такие годы устойчивый внутрипочвенный сток формируется уже с апреля в аллювиальных слоистых и серогумусовых почвах обеих районов исследования. Аллювиальные слоистые почвы поймы реки Большая Уссурка в течение всего сезона являются периодически увлажненными по характеру водного режима, а в сентябре характеризуются постоянным переувлажнением – период увлажнения этих почв до ПВ составляет 28 дней. Серогумусовые слоистые почвы поймы реки Партизанская переувлажнены с мая. Несмотря на большое количество осадков серогумусовые почвы обеих районов в течение лета остаются оптимально увлажненными (в пределах НВ-ВРК). Из-за хорошего среднемесячного внутрипочвенного стока (77–82 мм) в почвах не наблюдается длительного переувлажнения. В конце лета (август–сентябрь) в серогумусовых почвах поймы реки Большая Уссурка переувлажнение длится 9–12 дней, в почвах поймы реки Партизанская – до 2 дней.

Полученные данные об элементах водного баланса аллювиальных почв показывают, что выпадение осадков преимущественно во второй половине лета обуславливает переувлажнение аллювиальных слоистых почв к началу периода тайфунов (конец июля – сентябрь) в годы со средним речным стоком. Аллювиальные серогумусовые почвы сохраняют оптимальный водный режим.

В годы с низким речным стоком переувлажнены только аллювиальные слоистые почвы зоны избыточного увлажнения. В аллювиальных серогумусовых почвах может наблюдаться недостаток влаги (почвы реки Большая Уссурка) или близкий к оптимальному режим увлажнения (почвы реки Партизанская). При максимальном речном стоке в аллювиальных почвах уже сначала вегетационного сезона формируется устойчивый внутрипочвенный сток. Движение влаги в почвах близко к фильтрационному типу. В сочетании со слоистым типом строения профилей почв и их вертикальной неоднородностью по плотности в таких условиях возможно образование “водных каналов” [36]. В аллювиальной толще грунтовый сток и поверхностный тесно взаимосвязаны. При критических значениях влагозапасов в толще по образованным проводящим путям происходит быстрый сброс влаги, который Гарцман [5] отметил как “феномен контррегуляции стока” подстилающей поверхностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования физических свойств почв седиментологической зоны пойм горных рек Большая Уссурка и Партизанская показали, что эти почвы являются сложными полигенетическими образованиями, формируемыми в зоне повышенного риска затопления.

Профили этих почв представляют собой педолитогенетические комплексы неоднородные по плотности и формирующему их дисперсионному материалу. В профилях почв в вертикальном направлении чередуются зоны с разной степенью плотности – оптимальной (1.11–1.30 г/см³), низкой (<1.10 г/см³) и высокой (>1.30 г/см³). Такое строение профилей почв определяет особенности их воздушного режима и водоотдачу. Оглеение нижней части почвенных профилей связано с уменьшением объема пор аэрации до критических значений и переувлажнением. Запас влаги в метровой толще аллювиальных почв согласуется с величиной гидротермического коэффициента районов исследования. Запас влаги в почвах поймы реки Большая Уссурка (район оптимального увлажнения) составляет 315–383 мм, что ниже, чем запас в почвах поймы реки Партизанская (район избыточного увлажнения) и составляет 364–529 мм при наименьшей влагоемкости. Водоот-

дача в почвах изменяется в пределах 114–233 мм. Нижняя толща 50–100 см характеризуется постоянным переувлажнением. Водный режим верхней 0–30 см толщи исследованных почв имеет особенности, связанные с разным уровнем речного стока. Аллювиальные слоистые почвы, которые формируются в прирусловой зоне, в годы с низким и средним речным стоком характеризуются периодически промывным водным режимом, в конце вегетационного периода и в годы максимального речного стока – постоянно промывным режимом. Аллювиальные серогумусовые почвы более высоких геоморфологических уровней приречной зоны характеризуются оптимальным водным режимом в средние и многоводные годы, в маловодные годы в почвах поймы реки Большая Уссурка возможно периодическое иссушение почв.

Аллювиальные серогумусовые почвы могут вместить слой выпадающих во время тайфунов осадков. Однако во время ливневых дождей, которые следуют друг за другом в течение короткого периода времени, а также в связи с горным типом рельефа, небольшой шириной долин, близким залеганием грунтовых вод и особенностями водного режима, при которых значения влажности почв находятся в интервале НВ-ПВ, происходит формирование паводковой волны с очень большой скоростью, которая приводит к развитию водной эрозии.

Установленная вертикальная неоднородность почвенных профилей по плотности может быть причиной возникновения в них преимущественных путей переноса влаги. При достижении критических уровней запасов влаги в почвенной толще, она может быстро сбрасываться, что может быть одним из объяснений феномена контррегуляции стока.

Изучение неоднородности плотности почв в горизонтальном направлении, причин и механизмов формирования путей, приводящих к максимальной водоотдаче в период паводка, требует дополнительных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ананьева К.А.* Преимущественные потоки почвенной влаги в условиях стационарной фильтрации: Автореф. дис... канд. биол. наук. М.:Изд-во МГУ, 2004. 22 с.
2. *Березников К.П.* Методические указания по тепловоднобалансовым расчетам в системе почва – растение – атмосфера. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1991. 31 с.
3. *Березников К.П.* Тепловлагообмен и вопросы орошения и осушения на юге Дальнего Востока // Тр. Дальневост. н.-и. гидромет. ин-та, 1978. Вып. 72. 130 с.
4. *Березников К.П., Кравцова З.Г.* О методике определения влажности завядания и непродуктивных влагозапасов в почве // Тр. Дальневост. н.-и. гидромет. ин-та. 1973. Вып. 40. С. 242–248.
5. *Гарцман Б.И.* Феномен контррегуляции стока в модели паводочного цикла малого речного бассейна // География и природные ресурсы. 2001. № 2. С. 142–149.
6. *Гарцман Б.И., Карасев М.С., Степаненко Л.А.* Картографирование риска затопления и развития водно-эрозионных процессов в долинах рек горных стран зоны муссонного климата: методические и прикладные аспекты // Водные ресурсы. 2000. Т. 27. № 1. С. 13–20.
7. *Добровольский Г.В.* Морфогенетические и режимно-экологические принципы классификации аллювиальных почв // Почвы речных долин и дельт и их рациональное использование и охрана. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. С. 5–11.
8. *Добровольский Г.В.* Научное и практическое значение исследований речных бассейнов // Экология речных бассейнов. Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. Владимир: Владимформэкоцентр, 1999. С. 9–10.
9. *Зайдельман Ф.Р.* О водопроницаемости галечниковых грунтов в связи с устройством оросительных каналов // Гидротехника и мелиорация. 1956. № 4. С. 35–41.
10. *Зайдельман Ф.Р.* Эколого-мелиоративное почвоведение гумидных ландшафтов. М.: Агропромиздат, 1990. 320 с.
11. *Зверева М.А.* Ознобихин В.И. Мелиоративная оценка почв днщ долин горных рек (на примере р. Партизанская) // Аграрная политика и технология производства сельскохозяйственной продукции в странах азиатско-тихоокеанского региона. Уссурийск: ПГСХА, 2002. Т. 2. С. 248–252.
12. Классификация и диагностика почв России / Авторы и составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
13. *Колесников Б.П.* Природное районирование Приморского края // Вопросы сельского и лесного хозяйства Дальнего Востока. М.: Изд-во АН СССР, 1956. Вып. 1. С. 5–16.
14. *Короткий А.М.* Анализ коррелятивных отложений и реконструкции рельефа горных стран. М.: Наука, 1985. 190 с.
15. *Короткий А.М.* О возрасте “луговой” террасы на реках Приморья // Вопросы стратиграфии и палеогеографии Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. С. 39–58.
16. *Корытный Л.М., Кичигина Н.В.* Типология и районирование факторов максимального стока рек юга Восточной Сибири на основе кластер-анализа // Анализ и стохастическое моделирование экстремального стока на реках Евразии в условиях изменения климата. Иркутск: Изд-во института географии СО РАН, 2004. С. 160–170.
17. *Костенков Н.М., Ознобихин В.И.* Почвы и почвенные ресурсы юга Дальнего Востока и их оценка // Почвоведение. 2006. № 5. С. 517–526.
18. Метеорологический ежемесячник. Владивосток, 1972. Вып. 26. Ч. 2. № 4–9. 52 с.

19. Метеорологический ежемесячник. Владивосток, 1974. Вып. 26. Ч. 2. № 4–9. 52 с.
20. Метеорологический ежемесячник. Владивосток, 1976. Вып. 26. Ч. 2. № 4–9. 52 с.
21. Метеорологический ежемесячник. Владивосток, 1978. Вып. 26. Ч. 2. № 4–9. 52 с.
22. Метеорологический ежемесячник. Владивосток, 1981. Вып. 26. Ч. 2. № 4–9. 52 с.
23. *Оздобихин В.И., Амачаев В.П., Федчун А.А.* Опыт землеустройства фермерского хозяйства для выращивания лекарственного сырья в горно-долинных условиях юга Приморья // Проблемы землеустройства и почвоведения на Дальнем Востоке России. Уссурийск: ДВО ДОП РАН, 2001. С. 121–130.
24. *Оздобихин В.И., Зверева М.А., Корляков А.С.* К разработке классификатора ущербов от наводнений в условиях Приморского края // Аграрная политика и технология производства сельскохозяйственной продукции в странах азиатско-тихоокеанского региона. Уссурийск: ПГСХА, 2002. Т. 2. С. 252–259.
25. *Оздобихин В.И., Синельников Э.П.* Характеристика основных свойств почв Приморья и пути их рационального использования. Уссурийск: ПСХИ, 1985. 72 с.
26. *Оздобихин В.И., Степанько А.А.* Почвенные ресурсы и их использование в бассейне р. Уссури Приморского края // Экологическое состояние и ресурсный потенциал естественного и антропогенно-измененного почвенного покрова. Владивосток, 1998. С. 32–36.
27. Практикум по почвоведению/Под ред. И.С. Кауричева. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1980. 272 с.
28. *Растворова О.Г.* Физика почв (Практическое руководство). Л.: Изд-во ЛГУ, 1983. 196 с.
29. Руководство по лабораторным геотехническим исследованиям грунтов. Физико-механические испытания. М.: Гипроводхоз, 1981. С. 31–44.
30. Справочник по климату СССР. Вып. 26. Приморский край. Метеорологические данные за отдельные годы. Ч. 6 а. Владивосток, 1974. 1290 с.
31. Справочник по климату СССР. Вып. 26. Приморский край. Ч. VIII. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 285 с.
32. *Стасюк Н.В.* Мониторинг состояния почвенного покрова дельты р. Терек // Почвоведение. 2001. № 10. С. 1180–1191.
33. Топографическая карта. Приморский край. 1: 200000/отв. Редактор Ю.В. Любарский. Военно-картографическая фабрика ДВО ВТУ ГШ, 1992. 104 л.
34. *Урушадзе А.Т.* Аллювиальные почвы Восточной Грузии // Почвоведение. 2005. № 1. С. 38–46.
35. *Храмцова В.К.* Основные климатические условия, агроклиматические районы, условия зимовки и неблагоприятные явления // Агроклиматические ресурсы Приморского края. Л.: Гидрометеиздат, 1973. С. 13–42.
36. *Шейн Е.В., Марченко К.А.* Преимущественные пути миграции влаги // Вестник МГУ. сер. 17. Почвоведение. 2002. № 1. С. 45–49.
37. *Шелест Л.Г.* Пойменные почвы юго-востока Приморского края. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2001. 168 с.