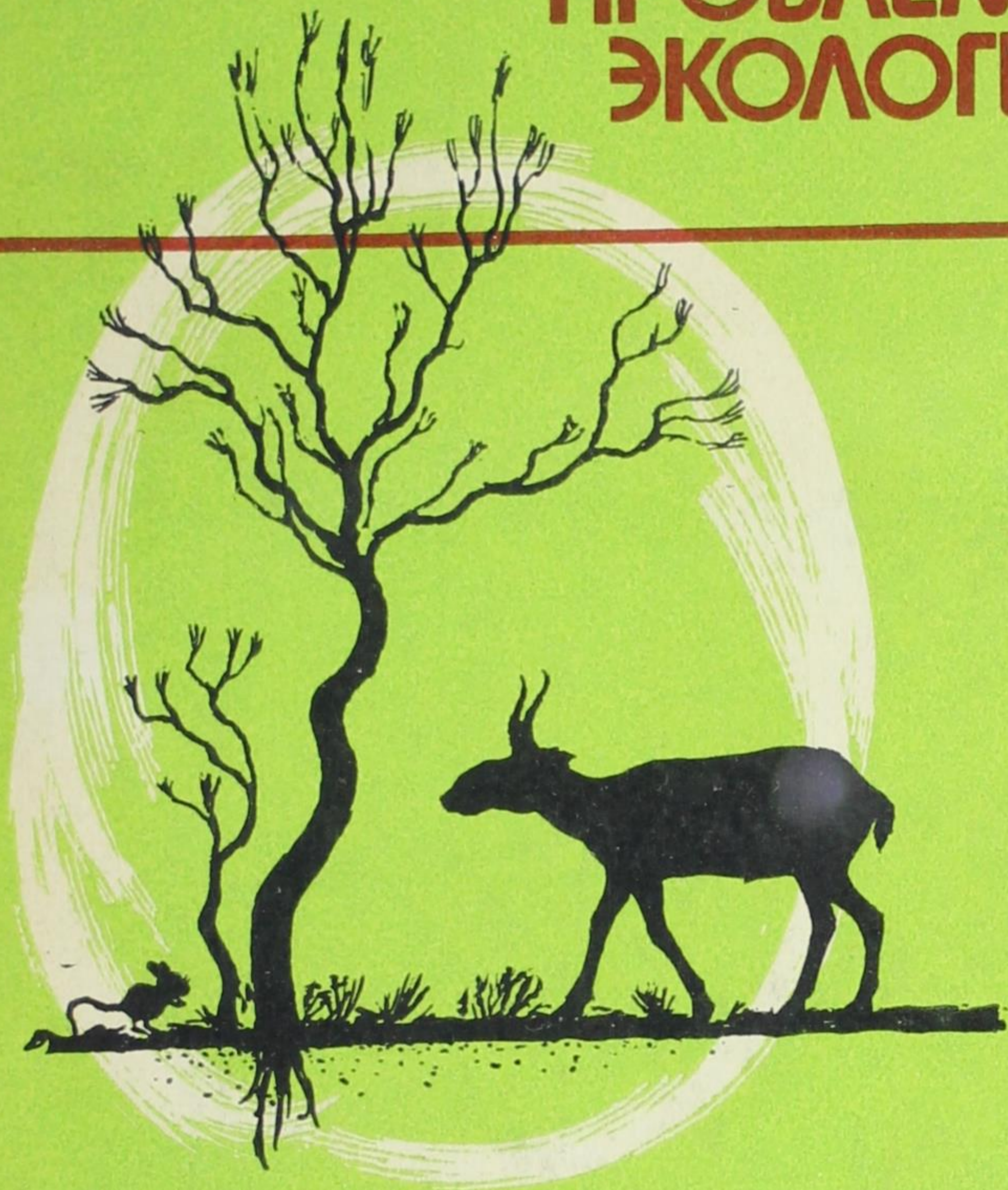


577.4
П781

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ



Стационарные
исследования
экосистем
Северного
Приаралья

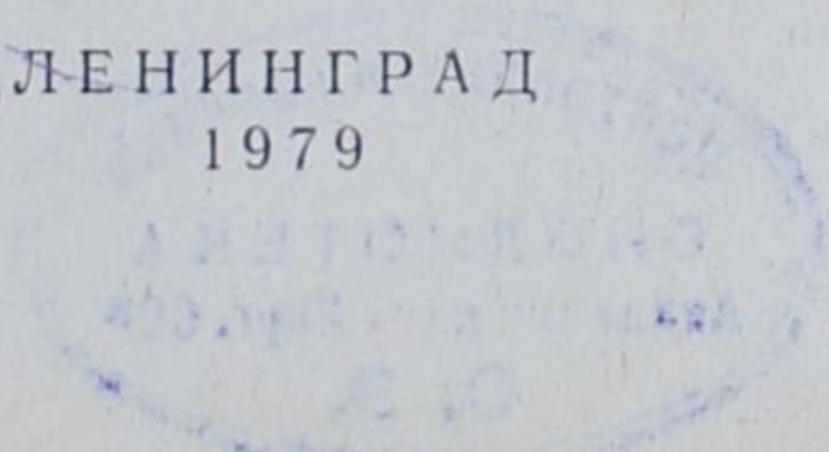
Ленинград

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени А. И. ГЕРЦЕНА

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ
СТАЦИОНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ЭКОСИСТЕМ
СЕВЕРНОГО ПРИАРАЛЬЯ

СБОРНИК НАУЧНЫХ РАБОТ

ЛЕНИНГРАД
1979



577.41 (574.1)

1781

Редактор Л. А. Кузнецов

© Ленинградский ордена Трудового Красного Знамени государственный педагогический институт имени А. И. Герцена (ЛГПИ им. А. И. Герцена), 1979 г.

505790



ВВЕДЕНИЕ

Изучение экосистем — насущная задача сегодняшнего дня, поскольку наши знания о природных единствах недостаточны, а быстро меняющийся мир требует вовлечения в хозяйственное использование все новых и новых территорий. Только представляя себе взаимозависимости компонентов экосистем, мы в силах спрогнозировать их будущее и наметить разумные пути их использования и допустимые пределы изменения. Предлагаемый вниманию читателя сборник — первый итог изучения зональной пустынной экосистемы, предпринятого коллективом биологов ЛГПИ им. А. И. Герцена на территории Барсакельмесского государственного заповедника. Выбор объекта исследования не случаен. Остров Барсакельмес представляет собой мало измененный участок суши, исторически связанный с Северным Приаралем и отражающий основные природные закономерности последнего. Другой побудительный мотив связан с судьбой Аральского моря. Общеизвестна проблема Арала, и какова бы ни была его судьба, мы обязаны оставить для будущих исследователей характеристики природных комплексов периода начального этапа усыхания этого крупнейшего внутреннего водоема аридной зоны. К сожалению, на Арале больше нет территорий, где проводятся стационарные исследования подобного типа. Это позволяет нам еще раз подчеркнуть значимость заповедников как надежной опоры изучения региональных эталонов природы. Наши исследования осуществляются благодаря доброму содействию дирекции и коллектива заповедника и Главного управления заповедников и охотничьего хозяйства при Совете Министров КазССР.

Л. А. КУЗНЕЦОВ

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК о. БАРСАКЕЛЬМЕС

1. Геологическая история острова и его геоморфология

Остров Барсакельмес расположен в северо-западной части Аральского моря. Он имеет площадь 174 км². Вопрос о геологическом прошлом вставал перед всеми его исследователями [2, 8, 30, 85]. Используя данные, приводимые ими, а также собственные наблюдения, попытаемся придать геологической истории острова необходимую конкретность.

Изучение Приаралья [101] показывает, что морской бассейн на этой территории прекратил свое существование в начале олигоцена. На Барсакельмесе не найдены морские отложения, но он лежит в пределах распространения песчаных глин саксаульской свиты, и их наличие в основании острова вполне вероятно. Цоколь острова сложен серо-зелеными гипсоносными глинами чеганской свиты, имеющими значительную плотность или сланцевидно-расслаивающимися. В них часто встречаются прослойки мергеля, септариевые конкреции, покрытые сверху коркой кристаллов гипса, железистые конкреции. В различных местах острова из этих отложений собрана фауна, в составе которой отмечены *Protocardium cingulatum* Goldt. var. *angustisulcatum* Koen., *Pseudamussium corneum* Sow., *Rimella plana* Beyr., *Aporrhais speciosa* Schloth., *Scaphander* sp., *Cubitostera* ex. gr. *plikata* Sol., *Cardita* sp., морские ежи *Echinanthus*¹. Мощность чеганской свиты на Барсакельмесе местами достигает 50—60 м. К олигоцену относятся и отложения кутанбулакской свиты, представленные мергельными гравелитами, и плитчатые мелкозернистые песчаники, отмеченные на м. Бутакова. Нижнемиоценовая аральская свита выражена неясно и представлена красно-

¹ Определение А. Коробкова (ВСЕГЕИ).

вато-коричневыми, гипсоносными глинами, обнажающимися на плато. Все названные отложения образовались в замкнутых солоноводных бассейнах.

Можно полагать, что уже в среднем миоцене территория, к которой относился Барсакельмес, не заливалась водой. В раннем плиоцене, судя по данным С. С. Шульца [100], она входила в состав обширного плато. Образовавшиеся в это время континентальные отложения были в значительной мере уничтожены в среднем плиоцене энергично развивающимися эрозионными процессами [27, 101]. Барсакельмес сохранялся в виде останца на аллювиально-дельтовой равнине палео-Тургай, а уже в конце плиоцена он становится островом. Вплоть до этого времени история развития острова тесно связана с развитием Северного Приаралья. Мы видим эту общность прежде всего в соответствии характера геологического строения Барсакельмеса с расположенными севернее и описанными А. Л. Яншиным [101] Каратюпом, Кугаралом, Чубартарузом (сев. берег залива Паскевича), о. Бюргунды и т. п. В пользу нашей точки зрения свидетельствуют материалы ряда исследователей [19, 60, 38, 59], особенно развиваемые С. С. Шульцем [100] взгляды на характер развития Арало-Кызылкумской системы дислокации. Согласно этому автору, Туранская плита в пределах западной части Аральского моря нарушена серией сбросов, система которых делит плиту на Устюртско-Каракумский и Тургайско-Кызылкумский блоки. Именно в пределах последнего (близ границы) и лежат Барсакельмес с территорией Северного Приаралья. Резкое различие в геологической истории смежных регионов предопределило несходство Барсакельмеса с Устюртом². Все это подтверждает высказывавшееся ранее мнение [61, 52] об общности Барсакельмеса с северным берегом Арала и, напротив, противоречит утверждениям других авторов [2, 30, 85] о его связях с Устюртом.

Итак, Аральское море возникло во второй половине четвертичного периода — только в конце неогена [38]. Именно с быстрым заполнением водой Аральской депрессии связано обособление Барсакельмеса. Ход этого процесса был разобран В. Д. Аленицыным [2], который считал, что первоначально между островом и материком существовал низменный перешеек, все более и более размывавшийся. Постепенно вдоль северного берега острова в зоне бывшего мелководного пролива началось отложение песков. Этому способствовал

² Это определяет и значительное физико-географическое несходство современных островов западной части Арала. Так, в отличие от Барсакельмеса резко отличающийся от него о. Лазарева лежит в пределах Арало-Кызылкумского вала, а занимающий промежуточное положение о. Возрождения находится на границе такового.

характер данных отложений в районе острова [19, 60]. Наиболее высокая, южная часть острова — плато — в дальнейшем развивалась под воздействием эрозии. Эти процессы продол-



Рис. 1. Барсакельмес. Вид с плато на сниженную равнину



Рис. 2. Барсакельмес. Южный берег острова — обрыв плато

жаются и в настоящее время. Северная часть острова — сниженная равнина — образовалась под воздействием пролювиальных отложений, а наиболее низкие ее части испытали воздействие трансгрессии Арала. Во время голоценовой древ-

неаральской (по Яншину) трансгрессии, когда уровень Арала был на 4 м выше современного [8], в этой части острова образовались отложения, содержащие *Cardium edule* var.



Рис. 3. Сниженная равнина



Рис. 4. Граница сниженной равнины и полосы песков. Справа солончак

rustikum Lam., *Dreissena pallasii* Andr., *Theodoxus pallasii* Lindh., *Theodoxus* sp.³

В настоящее время в связи с падением уровня Аральского моря [15] происходят стремительное обсыхание берегов и фор-

³ Определение У. Мадерни (ВСЕГЕИ).

мирование пляжей полного профиля даже по южному берегу, где ранее берега повсюду носили абразионный характер [96]. Ширина пляжа достигает местами более 200 м, форми-

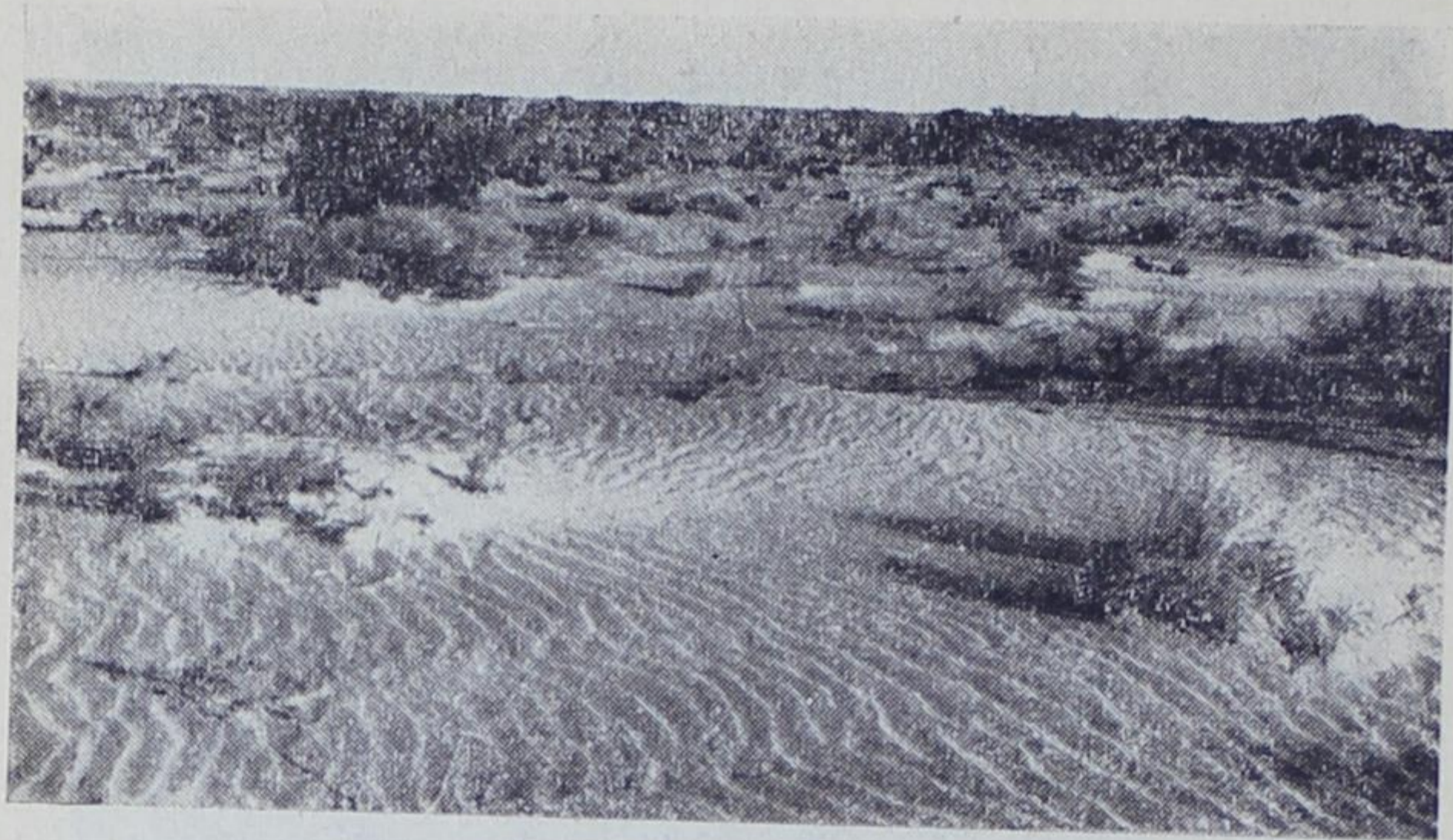


Рис. 5. Грядово-бугристые пески



Рис. 6. Южный берег Барсакельмеса. Море отступает — в 1965 г. вода находилась там, где видны ближайšie к саксаульнику сайгаки. Фото 1975 г.

руются многочисленные косы, постоянно меняющие свою конфигурацию.

Гидрографическая сеть на острове не развита, и ныне можно говорить лишь о трех временно заполняемых водой

депрессиях — бугутах, поддерживаемых человеком. До 1965 г. существовали соленые озера — лагуны на западной оконечности острова. Ныне они пересохли в связи с отступлением моря. По данным института Казгипроводхоз, водоносные горизонты меловых отложений залегают глубже 520 м. На западном побережье Арала их минерализация 10—15 г/л. Бурение, проведенное в северной части острова, показало наличие незначительных линз слабо минерализованной воды на глубине 2—4 м.

2. Почвы

Пожалуй, наиболее неизученным является почвенный покров острова. Все приводившиеся в литературе данные основываются лишь на внешнем знакомстве с почвами и не опираются на изучение конкретных почвенных разрезов. На почвенной карте Л. И. Прасолова [78] остров остался белым пятном (в буквальном смысле), на карте Е. В. Лобовой [28] для острова показаны «развеванные пески», а в «Агроклиматическом справочнике...» [1] — бурые супесчаные почвы. На «Государственной почвенной карте СССР» [29] для острова приведены почвы «бурые пустынно-степные супесчаные на покровных супесях».

Однако наиболее распространено мнение о господстве на острове сероземов. С этим, впервые выдвинутым Л. А. Демченко [30] положением нельзя согласиться. Изученные нами разрезы показывают картину типичных серо-бурых почв, которые рассматриваются как основной тип пустынных почв [58]. Встречаются они повсеместно на плато и его северном пологом склоне. Для серо-бурых почв характерен полный профиль с небольшой (2—4 см) палево-серой пористой корочкой. Под ней идет горизонт мощностью 4—7 см, уплотненный, комковато-призматический, светло-коричневато-палевого оттенка. 13—15 см — мощность более темного коричневатого призматическо-комковатого горизонта с присутствием карбонатов. Затем идет гипсоносный горизонт. Он обычно глинистый, а гипс выделяется в виде крупных конкреций, жилок и т. п.

Приведем в качестве примера описание, выполненное 14 августа 1964 г. в 600 м западнее центральной усадьбы заповедника. Растительный покров серополынная (*Artemisia terrae albae* Krasch) ассоциация в биюргуново-полынном комплексе.

0—2 см — корочка серовато-палевого цвета, совершенно сухая, равномерно пористая. Поры диаметром 0,5—1 мм. Легкий суглинок комковатой структуры. Редкие корни полыни

и эфемеров. Характерны крупные трещины. Плотность 2,5 балла⁴.

2—11 см — переход от корочки нерезкий. Цвет чуть желтее предыдущего. Горизонт сухой, равномерно пористый. Легкий суглинок, сильно пылеватый. Плотность 2 балла. Большое количество корней растений — крупных и мелких — эфемеров, средних — полыни.

11—35 см — резкий переход, особенно по плотности. Горизонт свежий, серовато-палевого цвета. Средний суглинок, рас-

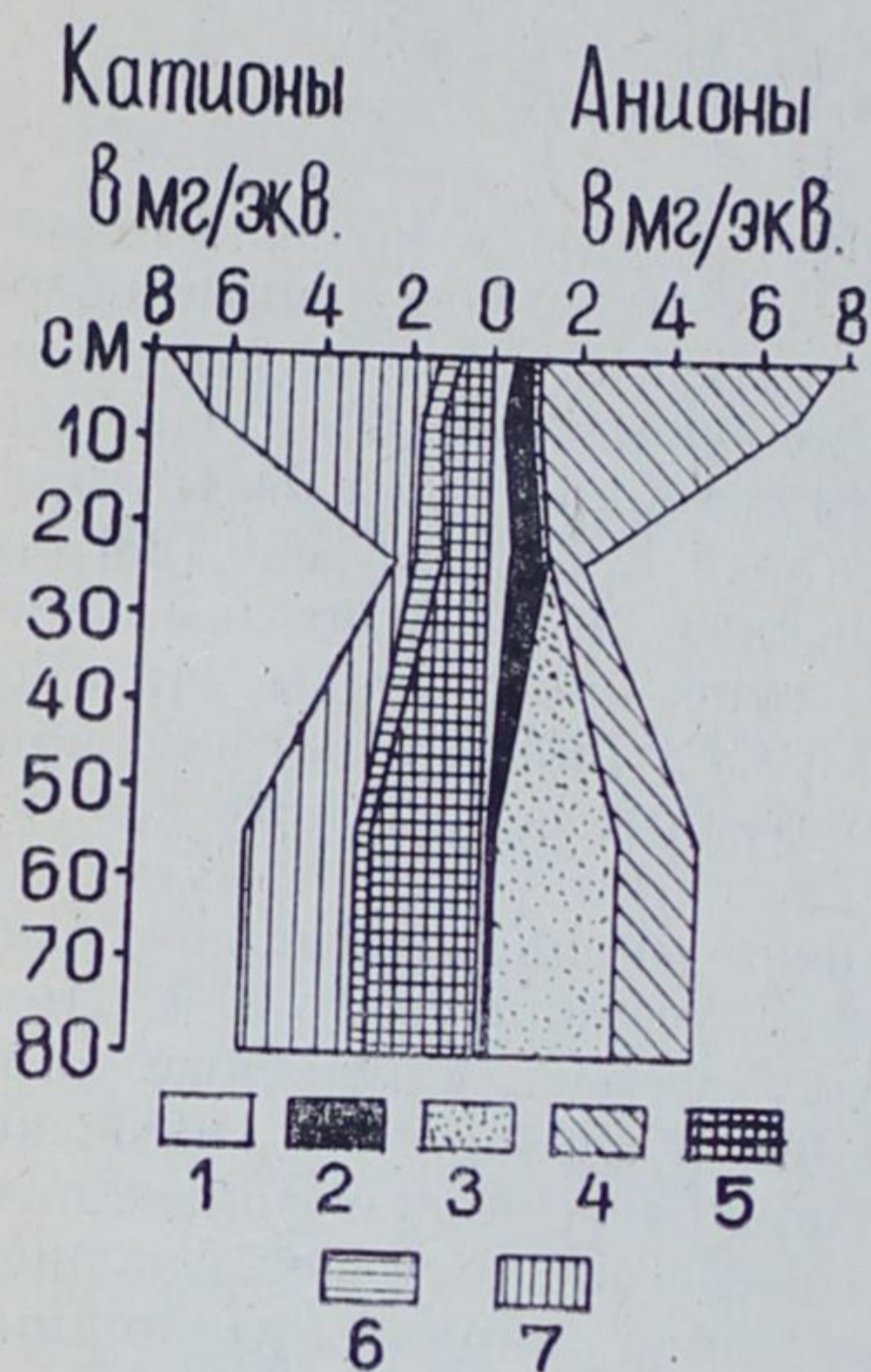


Рис. 7. Солевой профиль серо-бурой почвы под серополынником

Условные обозначения:

- 1 — HCO_3^- ; 2 — CO_3^{--} ; 3 — Cl^- ;
4 — SO_4^{--} ; 5 — Mg^{++} ; 6 — Ca^{++} ;
7 — Na^+

падающийся на комочки различной формы и размера. Пор меньше, отмечаются мелкие трещинки. Средние и мелкие корни полыни. Плотность 3,5 балла.

35—76 см и далее — свежий горизонт грязно-желтоватого цвета. Тяжелый суглинок, распадающийся на глыбки неправильной формы. Редкие поры. Плотность 4—4,5 балла. Ясные включения гипса в виде мелких светлых жилок или иной формы. Редкие средние и мелкие корни полыни. Бурное вскипание от HCl по всему профилю.

Солевой профиль описанного разреза представлен на рис. 7. Почва относится к слабо засоленным солончаковатым. Особенно характерно падение количества солей в корнеобитае-

⁴ Плотность определяется по пятибалльной шкале с наивысшей оценкой — пять.

мом слое (10—45 см). Увеличение величины сухого остатка происходит лишь в наиболее уплотненном гипсоносном горизонте. Тип засоления почвы по ионному составу хлоридно-натриевый.

Описываемые серо-бурые почвы о. Барсакельмес представлены несколькими разновидностями, особенности которых определяются положением в рельефе и механическим составом. Кроме описанной достаточно широко распространена еще менее засоленная разность, связанная с серополынниками и пустыннопырейниками (*Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schult.) трехчленного пустыннопырейно-биюргуново-серополынного комплекса. Наиболее засоленные разности серо-бурых почв связаны с биюргунниками. Особенно интересны малоразвитые почвы обнажений третичных гипсоносных глин (так называемые «кебиры»). Подобные почвы описывались в литературе под названием серо-бурых корково-солончаковых [58]. Более широко распространены под биюргунниками почвы иного типа. В качестве примера рассмотрим почвенный разрез № 54/63.

Один километр юго-восточнее центральной усадьбы заповедника, 20 июля 1963 г., под чистым биюргунником (*Ambasis salsa* (C. A. Mey.) Benth.) в упоминавшемся двучленном комплексе.

0—1 (2) см — палево-серая пористая корочка, сухая. Пылеватый суглинок, слитный со следующим горизонтом. Плотность 2,5—3 балла.

1—9 см — солонцеватый, столбчато-призматический горизонт светло-коричневого цвета. Совершенно сухой. Суглинок с плотностью 4 балла. Включений нет. Отмечены крупные корни биюргуна.

9—16 см — постепенный переход к пороховидно-комковатому, чуть свежему суглинистому горизонту желтовато-коричневого цвета. Внизу беловатые примазки и пятна. Плотность 2,5 балла, вниз плотнее. Основная масса корней.

16—90 см — постепенный переход от предыдущего горизонта с увеличением плотности до 4—4,5 балла. Желтовато-темно-коричневый, чуть свежий, призматически-комковатый горизонт. Слитный. Многочисленные белые пятна и примазки, усиливающиеся вниз. Корни только в верхней части, очень мало, а с 50 см исчезают вовсе. Вскипание от 10% HCl по всему профилю, но слабеет с глубины 50 см.

Анализ водной вытяжки образцов из этого разреза показывает (рис. 8), что почва относится к сильно засоленным и солонцеватым. Характерно в распределении резкое возрастание солей в горизонте 16—90 см, где сухой остаток достигает 2,08. Одновременно резко снижается гумусность и вовсе исчезает азот. Верхние горизонты засолены слабее, но именно

они отличаются солонцеватостью. Так, на глубине 1—9 см общая щелочность достигает 1,70 мг/экв HCO_3 . Тип засоления по ионному составу натриевосульфатный.

Серо-бурые почвы острова значительно разнятся по механическому составу, степени засоления и составу ионов, степени солонцеватости и характеру распределения солей по профилю. Существенным моментом являются и различия в морфологическом строении почвенного профиля. Довольно обычны на острове такырные почвы. Они связаны с пологим

Катионы в мг/экв. Анионы в мг/экв.

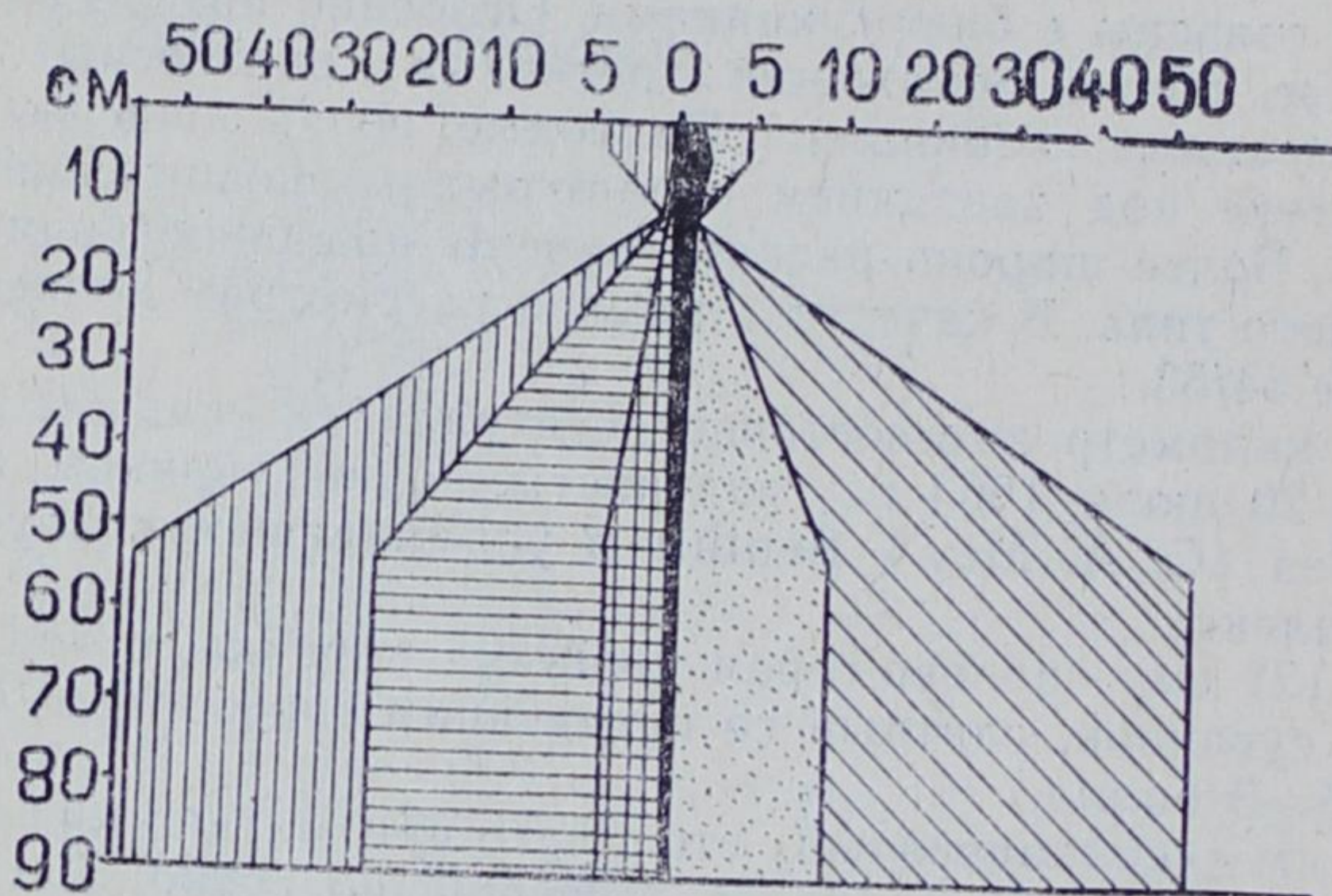


Рис. 8. Профиль солевой серо-бурой почвы под биургунником
Условные обозначения см. рис. 7

склоном плато и возникли вне связи с грунтовыми водами в результате заиливания небольших депрессий, занимавшихся почвами серо-бурого типа. Второй, менее распространенный тип такыров возник на месте пухлых солончаков в результате отрыва от грунтовых вод и заиливания. Обводнение обоих типов такыров происходит за счет атмосферных осадков и весенних талых вод. Воды застаиваются на поверхности, в результате чего возникает плотная, полигонально растрескивающаяся корка. В настоящее время можно наблюдать различные стадии развития такыров и перехода их в серо-бурые почвы. Многие такыры зарастают высшими растениями.

В полосе перехода к грядово-бугристым пескам развиты солончаки, происхождение которых связано с некогда отделившимися от моря лагунами. Полоса песков постепенно расширилась и оставила солончаки внутри острова. Это так называемые континентальные солончаки. Остаточные солончаки

связаны с районами расчлененного рельефа и выхода на поверхность третичных гипсоносных глин. Они развиваются в депрессиях, у подножий склонов. В отличие от первого типа остаточные солончаки имеют тяжелый механический состав.

Все северное побережье острова занято песками, почвенный профиль в которых не развит. Пески обычно хорошо увлажнены и сильно засолены. Причина этого — близкое подстилание песков третичными гипсоносными глинами. В ряде случаев они находятся на глубине 1—1,5 м. Сами пески имеют морское происхождение. Остановимся на одном разрезе, заложенном в июле 1973 г. в 800 м западнее западного кордона заповедника под эфедровым курчавником (асс. *Atraphaxis spinosa* L. + *Ephedra distachya* L.). Рельеф песков слабо выражен. Пески выровненные, уплотненные.

0—1,5 см — палева корочка, сухая, бесструктурная. Песок с примесью пылеватых частиц. Плотность 1 балл. Корней и включений нет. Бурное вскипание от HCl.

1,5—16 см — темно-серая, слабо комковатая легкая супесь с прослойками мелкого песка. Плотность 1,5—2 балла. Сухой горизонт. Много мелких и средних корней. Сильное вскипание от HCl.

16—28 см — светло-серый с желтоватыми пятнами, легко супесчаный горизонт с включениями мелкого песка, бесструктурный, сухой. Плотность 2—2,5 балла. Много корней. Вскипание от HCl очень слабое.

28—45 см — светло-коричневый, влажный, бесструктурный мелкий песок. Многочисленные пятна легкой супеси, внизу — крупного песка. Плотность 1,5—2 балла. Корней немного. Вскипание от HCl средней силы.

45—59 см — светло-серый с буроватыми и красноватыми пятнами крупный песок, местами мелкий с пылеватыми частицами. Ржавые примазки. Горизонт влажный, бесструктурный. Плотность 1 балл. Много средних и крупных корней. Вскипание от HCl слабое.

59—71 см — светло-коричневый мелкий слоистый песок, бесструктурный с включениями крупного песка, слегка влажный. Плотность 1—1,55 балла. Корней мало. Вскипание от HCl очень слабое.

71—100 см — красновато-коричневый мелкий песок, бесструктурный. Плотность 2,5—3 балла. Корней нет. Вскипание от HCl бурное.

Солевой профиль разреза представлен на рис. 9. Почва песчаная, слабо засоленная. В корнеобитаемом слое солей содержится значительно меньше. Величина сухого остатка больше в корковом горизонте и начиная с глубины 60 см. Однако по сравнению с зональными почвами она незначительна. Общий тип засоления магниево-щелочной.

Таким образом, почвы Барсакельмеса представлены типами, обычными в Приаралье. Хотелось бы подчеркнуть их одну весьма важную специфическую особенность: островное положение приводит к тому, что почвы подвержены воздействию дополнительного источника поверхностного засоления — ветровому переносу солей. Мы не располагаем количе-

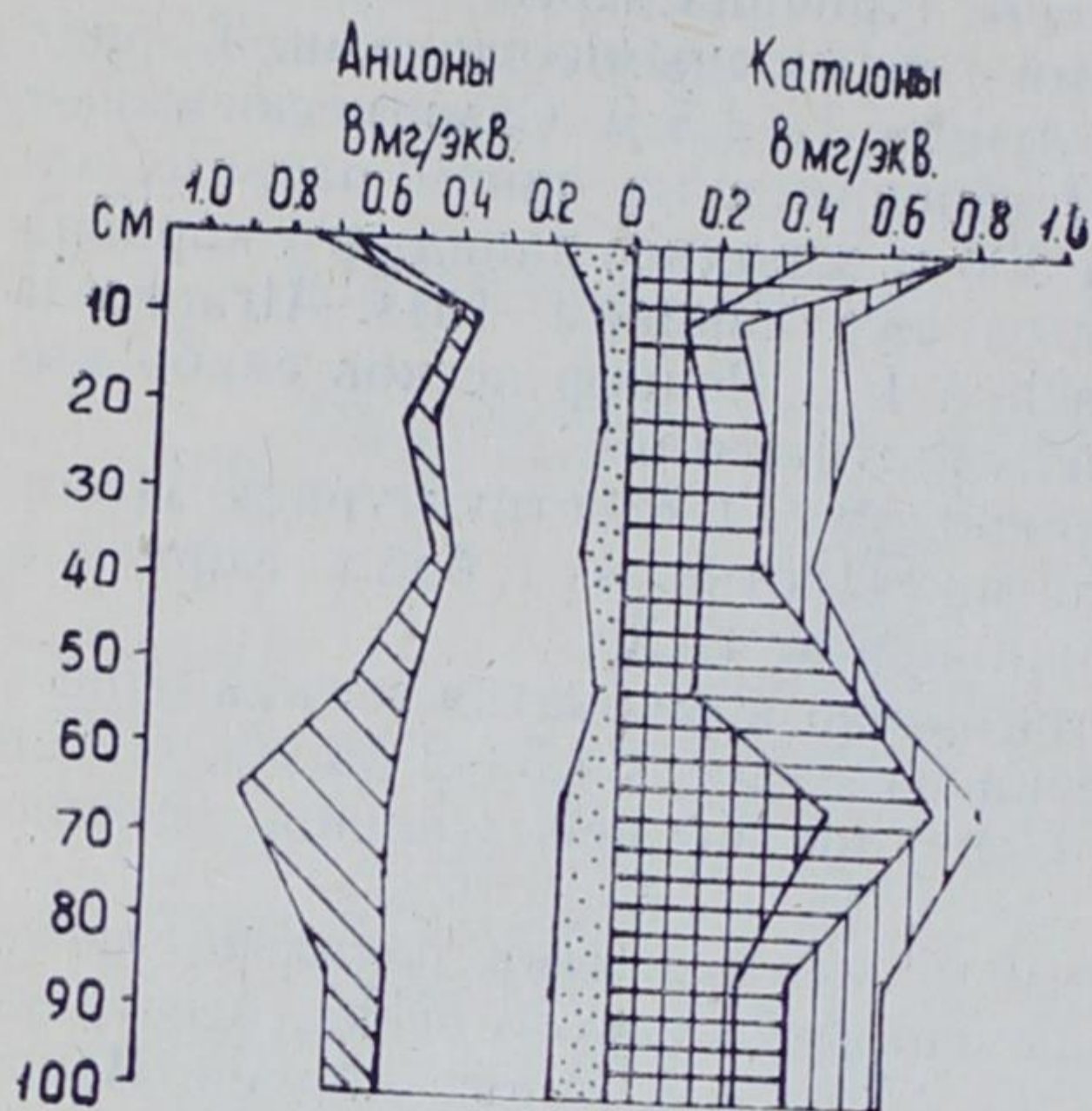


Рис. 9. Солевой профиль песчаной почвы под эфедровым курчавником

Условные обозначения см. рис. 7.

ственными показателями, но обращаем внимание на то, что отступление Арала и повышение его солёности (до 11,04% в районе острова) усилило этот процесс. Прогрессирующее засоление почв наблюдается в первую очередь на прибрежных участках песков и сниженной равнины.

На острове идет энергичный процесс эволюции такырных почв в направлении к серо-бурым и более продолжительный — формирования почвенного покрова на кебирах. Значительные изменения наблюдаются и в солончаках, многие из которых теряют связь с подпочвенными водами.

3. Климат

Барсакельмес находится в Приаральском районе Балхаш-Аральской климатической области [82], отличающемся сухим и резко континентальным климатом. Эти черты климата, связанные с преобладающим влиянием радиационных факторов, выделял и Б. П. Алисов [4], относя нашу территорию к континентальной пустынной Среднеазиатской области.

Рассматривая годовую изменчивость суммарной радиации (табл. 1), можно отметить ее плавное нарастание и примерно соответствующее ему снижение после достижения максималь-

Суммарная радиация (Q) и радиационный баланс (R) в ккал/см²
(по Барашковой и др. [6])⁵

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Q	4,4	6,5	10,8	14,0	19,3	19,2	18,2	16,6	11,8	8,1	3,9	3,0	135,8
R	-0,2	0,3	2,4	4,9	7,3	7,7	7,2	6,0	3,4	1,3	-0,2	-0,4	39,7

ной величины в мае — июне. Суммарная радиация в летние месяцы в 4—5 раз выше зимней. Характерно почти круглогодичное положительное значение радиационного баланса. Лишь в ноябре — январе он достигает отрицательных величин порядка 0,2—0,4. Годовой радиационный баланс составляет в районе Аральского моря 39,7 ккал, что говорит о его достаточно высоком уровне.

Радиационный режим оказывает решающее воздействие на температурные факторы и влажность воздуха. Все эти элементы климата острова до сих пор не описаны сколько-нибудь подробно. Нам представляется интересным остановиться на данных работающей на острове метеостанции Узбекского УГМС, положенных в основу настоящего параграфа. Период осреднения составляет 13 лет.

Годовой ход температуры воздуха (табл. 2 и рис. 10) отражает общие закономерности, характеризующие казахстанские пустыни, однако годовая амплитуда температур меньше, весь ход изменения температур (особенно в весенний и осенний периоды) более плавный. Это объясняется влиянием моря. Сравнение наших данных с данными близко расположенной ст. о. Возрождения [97] подтверждает эти закономерности. Расположенные на материке на той же широте ст. Сам и Казалинск характеризуются большей континентальностью климата.

Таблица 2

Среднемесячные температуры воздуха

Месяцы												Средн. год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
-7,8	-7,8	-2,3	7,0	16,0	21,8	25,2	24,3	18,9	10,7	2,0	-3,4	8,71

⁵ Данные, приведенные в этой таблице, относятся к станции Аральское море — ближайшей, где подобные наблюдения проводятся.

Средняя годовая температура ($8,7^{\circ}$) мало отличается от соседних районов и типична для всей климатической области. Самый холодный месяц — январь. Минимальные температуры достигают -25° , -26° , а в 1950 г. отмечена температура $-28,1^{\circ}$. Самый жаркий месяц — июль имеет среднюю температуру $25,2^{\circ}$. Среднемесячные температуры колеблются по годам в пределах $1-2^{\circ}$. Максимальная температура отмечена в 1962 г. — $39,4^{\circ}$. Среднемесячные суммы температур (табл. 3) подтверждают сказанное выше.

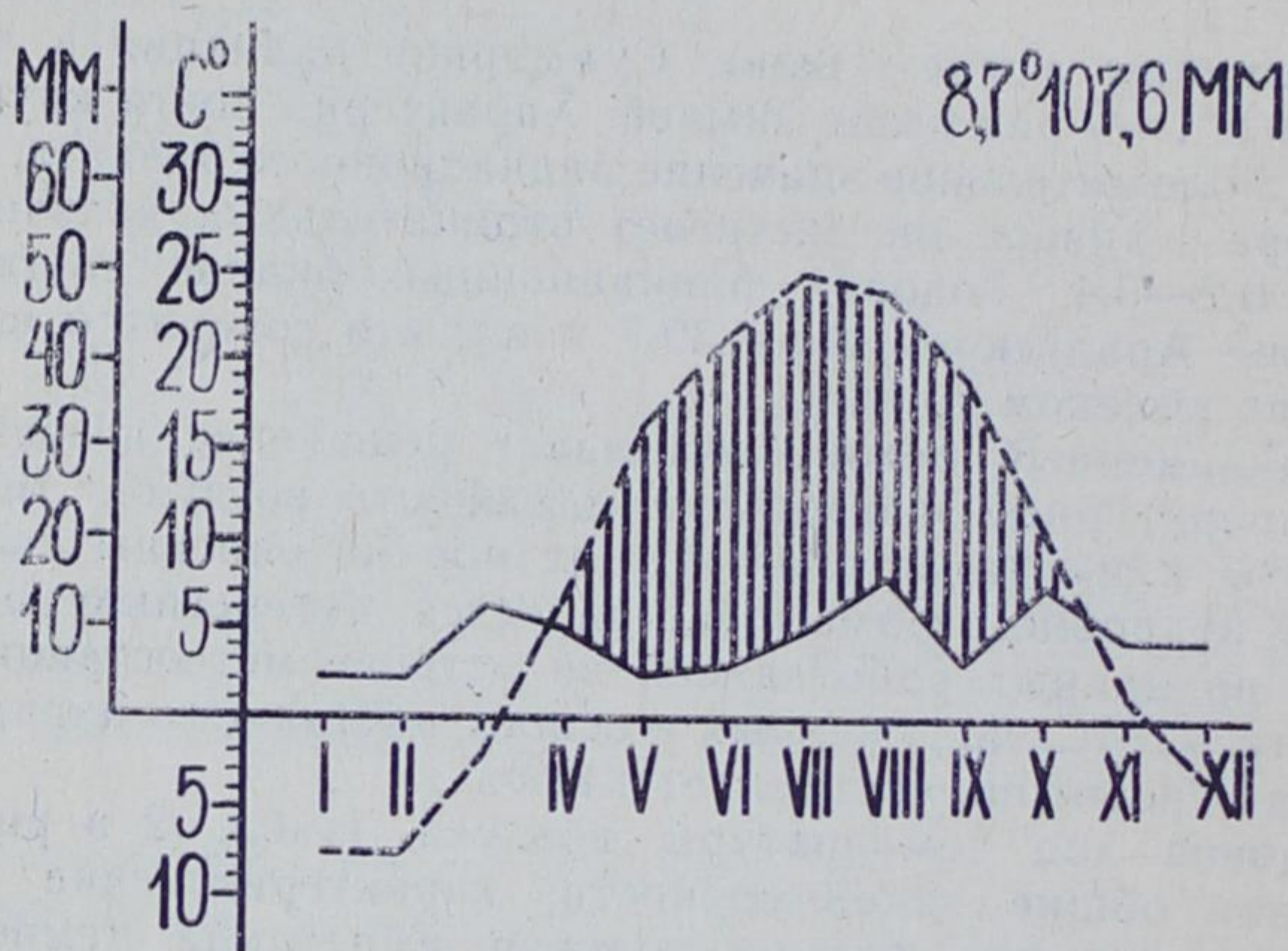


Рис. 10. Климатодиаграмма о. Барсакельмес (принцип Вальтера-Госсена)

Однако сопоставление температурных характеристик метеостанций Северного Приаралья [12] с приведенными свидетельствует о более мягких условиях зимы на острове. Так, средние декабрьские, январские и февральские температуры здесь выше на $3-5^{\circ}$, ноябрь имеет положительные, а не отрицательные показатели, значительно выше абсолютный минимум. Это обеспечивает относительную мягкость осеннего и зимнего сезонов.

Анализ осадков показывает, что распределение в течение года отличается некоторым своеобразием. Прежде всего — годовая сумма осадков составляет всего 107,6 мм, что достаточно низко, но соответствует многолетней годовой сумме измеренных осадков на поверхность Аральского моря — 103 мм [5]. Распределение их по годам неравномерно и может колебаться от 24,9 мм (1950 г.) до 207,2 мм (1957 г.) (табл. 4). Еще более необычно распределение осадков по месяцам. Если

Среднемесячные суммы температур

Месяцы						
I	II	III	IV	V	VI	VII
-271,6	-243,9	-95,0	205,7	487,4	652,4	775,5

Продолжение табл. 3

Месяцы						Год
VIII	IX	X	XI	XII		
756,1	568,9	331,8	-53,9	-119,2	2994,2	

Таблица 4

Месячная и годовая суммы осадков

Показатель	Месяцы					
	I	II	III	IV	V	VI
Сумма осадков, мм . . .	5,4	5,4	13,2	10,3	4,0	6,0

Продолжение табл. 4

Показатель	Месяцы						Год
	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Сумма осадков, мм . . .	10,9	16,7	5,7	16,4	9,2	9,4	107,6

осенне-летний сезон отражает основные закономерности, характерные для казахстанских пустынь, то лето своеобразно. Против всяких ожиданий июль и особенно август оказываются сравнительно влажными. Среднемесячная сумма осадков за август — 16,7 мм, а в отдельные годы выпадает около половины всех годовых осадков. Так, в 1949 г. — 82,9 мм, в 1958 г. — 65,1 мм. В то же время в отдельные годы август засушлив: в 1956 г. выпало 0,1 мм, в 1953, 1961—1962 осадков вовсе не было. Большие разногодичные колебания наблю-



505790

даются в июле, октябре, марте. Мы склонны объяснить это влиянием морского окружения. Известно, что в Приаральском районе в целом наблюдается своеобразный характер циркуляционных процессов [82]; велико ежегодное испарение с поверхности моря, достигающее 920 мм, значительная часть которого приходится на жаркие месяцы. Это — причины выпадения неравномерных и эпизодических осадков, носящих зачастую ливневый характер. Например, большое количество осадков выпало в августе 1949 г. всего за 6 дней, в августе 1958 г. — за 4 дня, а в августе 1975 г. — за 3 дня. Выпавшая ливнем влага не промачивает почву и оказывается биологически малоэффективной.

В районе острова обычны туманы, особенно в осенне-зимний период. Это характерная черта моря в целом [17, 82]. В целом жидкие осадки преобладают над твердыми и число дней со снегом около 27. Снежный покров устанавливается к третьей декаде декабря, причем распределение его неравномерно. Так, в суровую зиму 1973 г. некоторые такыры были бесснежными: в песках глубина покрова была 35—50, а на сниженной равнине 10—20 (и до 30) см. Относительная и абсолютная влажность воздуха подвержена меньшим колебаниям (и по месяцам, и в разные годы) и более высока, чем для ближайших материковых станций (табл. 5). Наиболее сух воздух в летние месяцы. Тогда же возрастает недостаток насыщения, достигающий максимума в июле (14,6 мб). С ноября по март недостаток насыщения невысок.

Таким образом, климат острова достаточно засушлив, причем период засухи продолжается с апреля по сентябрь, что хорошо видно на климадиаграмме, составленной по методу Вальтера [Walter, Lieth] (рис. 9). Континентальность климата, вычисленная по формуле, предложенной А. А. Борисовым [16], равна 73%. Это позволяет считать климат Барсакельмеса резко континентальным. Интересно отметить, что показатели для ст. Сам и Казалинск равны соответственно 81 и 84% (что характерно для самого континентального климата). Более умеренный климат Барсакельмеса мы склонны объяснять значительным влиянием моря. В этой связи интересно рассмотреть вопрос о замерзании моря близ острова. Обычно это происходит в двадцатых числах декабря. Вскрывается море в начале или середине апреля. Все авторы отмечают, что «времена вскрытий и замерзаний двух соседних годов могут различаться иногда почти на месяц; зависит это, конечно, не столько от разницы температур, сколько от силы ветров» [8, 4]. Различна и степень замерзания моря. В наиболее суровые годы ледяной покров распространяется по всему морю, нередко вокруг острова образуется припай шириной 4—6 км, а в некоторые годы море в районе Барсакельмеса вообще

Показатели влажности воздуха

Показатель	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя	3,0	3,2	4,4	6,6	10,5	14,4	17,6	17,4	12,5	8,3	5,5	4,1
Максимальная	5,8	6,4	7,6	11,1	16,9	25,1	26,6	27,7	22,9	16,4	10,9	8,0
Минимальная	0,9	0,9	1,4	3,2	4,5	6,1	7,4	7,4	4,9	3,0	1,9	1,8
Средняя	82	82	81	66	59	56	56	57	55	63	72	80
Минимальная	55	60	47	30	23	21	18	20	22	28	40	49
Недостаток насыщения	0,6	0,7	1,0	3,7	8,5	13,5	14,6	13,6	9,9	5,1	2,1	1,0

не замерзает. Замерзание моря оказывает влияние на ход сезонных климатических изменений. Так, например, весна на острове по сравнению с материком растянута, а ее температуры более низки.

Общеклиматическая характеристика любой территории представляется слишком обобщенной без анализа сезонности изменений метеорологических факторов и соответствующих изменений в живой природе. Такой анализ позволяет выделить феноклиматические сезоны. Под феноклиматическим сезоном следует понимать период времени года, характеризующийся определенным режимом температуры, осадков и света и сопровождающийся соответствующими изменениями фенологического состояния животных и растений [48]. Отсылая читателя к подробной характеристике сезонов Барсакельмеса [55], приведем лишь их перечень и продолжительность (табл. 6).

Таблица 6

Феноклиматические сезоны

Времена года	Сезоны	Сроки
Весна	Ранняя весна Разгар весны	3 дек. марта — 1 дек. апреля 2 и 3 дек. апреля — 1 дек. мая
Лето	Начало лета Знойное лето Вторая половина лета	2 и 3 дек. мая — 1 и 2 дек. июня 3 дек. июня — июль Август — сентябрь
Осень	Начало осени Разгар осени	1 и 2 дек. октября 3 дек. октября — 1 и 2 дек. ноября
Зима	Ранняя зима Разгар зимы Конец зимы	3 дек. ноября — 1 и 2 дек. декабря 3 дек. декабря — февраль 1 и 2 дек. марта

Развитие экосистем и их компонентов следует общим закономерностям смены феноклиматических сезонов.

4. Растительный покров

Первое ландшафтное описание острова было сделано А. И. Макшеевым [61], отметившим, что «растительность на Барсакельмесе довольно скудная и, если бы остров не изобиловал кустарником, то казался бы совершенно обнаженным». В июле 1900 г. на Барсакельмесе коллекционировал известный русский географ Л. С. Берг. Ему принадлежат первые биологические наблюдения, хотя их краткость не позволила достаточно точно описать растительный покров острова. В 1940 г. было предпринято специальное геоботаническое

описание острова [30]. Автором были выделены господствующий на плато пырейно-бюргуново-полынный комплекс (*Artemisia tererae albae* — *Anabasis salsa* — *Agropyron fragile* (Roth.) Nevski) с ассоциациями бюргуново-полынной, бюргуновой, пырейной и встречающиеся вне комплексов ассоциации пырейно-серополынная, эбелековая (*Ceratocarpus utriculosus* Bluk.), карагановая (*Caragana grandiflora* M. B.). Описаны в общем сообщества солончаков и занимающий песчаную часть острова тип пустынно-полукустарниковой псаммофитной растительности. Следует отметить, что эти материалы не раскрывают истинного характера растительного покрова, на деле гораздо более сложного и разнородного. В силу краткосрочности своих наблюдений автор не дает детальной классификации растительности. Более поздние, содержащие ботаническую характеристику острова работы [99, 84, 85] основаны на материалах Л. А. Демченко и повторяют неточности геоботанического и флористического характера [46]. Слабая ботаническая изученность острова отразилась в картографическом материале, содержащем достаточно противоречивые сведения. На «Карте растительности СССР» [35] мы видим на Барсакельмесе «лугово-болотную растительность с преобладанием тростниковых группировок», по «Геоботанической карте СССР» [26] остров занят солянковыми пустынями с саксаулом, а по «Карте растительности Средней Азии» [34] — бюргунниками с саксаулом и полынью серой.

Самая характерная черта растительного покрова острова — комплексность, явление, обычное для пустынь казахстанского типа (северных пустынь) и широко распространенное вообще в Северном Приаралье. Основную территорию острова — плато и сниженную равнину (примерно 12 450 га) — занимает группа плакорных **комплексов**, складывающихся из трех компонентов — фитоценозов формаций *Artemisia terrae albae*, *Anabasis salsa*, *Agropyron desertorum*. В зависимости от соотношения элементов комплекса и выделяются те или иные **типы комплексов**. В этой группе их шесть: бюргуново-серополынный (compl. *Artemisia terrae albae* — *Anabasis salsa*), серополынно-бюргуновое (compl. *Anabasis salsa* — *Artemisia terrae albae*), пустыннопырейно-бюргуновое (compl. *Anabasis salsa* — *Agropyron desertorum*), пустыннопырейно-бюргуново-серополынное (compl. *Artemisia terrae albae* — *Anabasis salsa* — *Agropyron desertorum*), серополынно-пустыннопырейно-бюргуновое (compl. *Anabasis salsa* — *Agropyron desertorum* — *Artemisia terrae albae*), пустыннопырейно-серополынно-бюргуновое (compl. *Anabasis salsa* — *Artemisia terrae albae* — *Agropyron desertorum*). Во многих случаях эти типы обогащены редкостойным *Haloxylon aphyllum* (Minkw.) Plijn. по серополынникам.

Пустыннопырейно-биюргуново-серополынный — один из наиболее распространенных типов. Для него характерно господство фитоценозов серополынной формации 62—68% по площади и 40—50% по встречаемости⁶. Биюргунники занимают 27—35% площади комплекса и имеют встречаемость 36—46%; пустынопырейники занимают 2—5% площади и имеют встречаемость 12—16%. Таким образом, в этом комплексе второстепенные элементы имеют более мелкие размеры фитоценозов.

Для пустынопырейно-серополынно-биюргунового комплекса характерно обратное соотношение между полыньниками и биюргунниками. Первые занимают 42% площади, вторые — 48%, причем встречаемость биюргунников достигает 39%. На склонах плато, в переходной к пескам полосе и на других территориях с более значительным расчленением рельефа, а нередко и близким подстиланием третичных глин распространен серополынно-пустынопырейно-биюргуновый тип комплекса, в котором биюргунники занимают до 65% площади. Роль серополыньников резко снижена, а пырейники занимают около 20% площади комплекса и характеризуются достаточно крупными размерами фитоценозов (встречаемость 15%). Эти комплексы довольно однотипны и разнятся между собой в результате неодинакового положения в сукцессионных процессах. Состав ассоциаций, выступающих в качестве элементов комплексов, наиболее разнообразен именно в подобных трехчленных комплексах. Всего можно выделить 14 различных ассоциаций: биюргунник чистый (ass. *Anabasis salsa*), серополыньник чистый (ass. *Artemisia terrae albae*), пустынопырейник чистый (ass. *Agropyron desertorum*), пустынопырейный биюргунник (ass. *Anabasis salsa* + *Agropyron desertorum*), саксауловый серополыньник (ass. *Artemisia terrae albae* + *Haloxylon aphyllum*), итсигековый серополыньник (ass. *Artemisia terrae albae* + *Anabasis aphylla* L.). Ассоциации разных формаций имеют четкую экологическую приуроченность и взаимосвязаны сукцессионно.

Большие площади на сниженной равнине находятся под двучленным биюргуново-серополынным комплексом (compl. *Artemisia terrae albae* — *Anabasis salsa*). На долю серополыньников приходится около 60% площади, а встречаемость их достигает 48%. Остальное занимают биюргунники. В северной части равнины и особенно близ такыров обычен близкий се-

⁶ Данные получены на основании линейной таксации. Процентное соотношение комплексирующихся элементов по площади определялось на основании протяженности фитоценозов той или иной формации. Встречаемость фитоценозов формации в комплексе — это процентное выражение числа встреч фитоценозов данной формации от общего числа участков фитоценозов на трансектной линии.

рополынно-биюргуновы́й комплекс (compl. *Anabasis salsa* — *Artemisia terrae albae*), встречающийся пятнами среди трехчленных комплексов. Он занимает местами до 40% территории. По составу ассоциаций двучленные комплексы однообразны, и чаще всего их компонентами служат не более 4 ассоциаций (чистый биюргунник, чистый серополы́нник, серополы́нный биюргунник и итсигековый серополы́нник).

В целом на территории острова можно отметить следующую тенденцию: возрастание роли серополы́нников в плакорных условиях (плато⁷, часть сниженной равнины) и замена их биюргунниками при переходе в условия, приближающиеся к интразональным (размытые склоны, выходы третичных глин, такыры). Соответственно этому изменяется и характер комплексов.

Северная приморская часть острова (около 1500 га) покрыта псаммофитным растительным покровом, комплексный характер его сохраняется и здесь. Основными компонентами являются фитоценозы формаций *Tamarix* sp., *Calligonum* sp., *Atraphaxis spinosa*, *Haloxylon aphyllum*, *Artemisia arenaria* D. С. и некоторых других, более редких сообществ. Характер комплексирования этих сообществ между собой и сами типы комплексов гораздо более сложны и разнообразны. Это объясняется, с нашей точки зрения, большей пестротой экологических условий. При этом весьма существенную роль играет сильно расчлененный рельеф, зависящая от этого глубина залегания гипсоносного горизонта и характер увлажнения. Общим является всюду псаммофильный и галофильный характер входящих в фитоценозы видов. В группе псаммофильных комплексов наиболее распространены: тамариксово-курчавковый (compl. *Atraphaxis spinosa* — *Tamarix*), курчавково-тамариковый (compl. *Tamarix* — *Atraphaxis spinosa*), тамариксово-саксауловый (compl. *Haloxylon aphyllum* — *Tamarix*), тамариксово-курчавково-саксауловый (compl. *Haloxylon aphyllum* — *Atraphaxis spinosa* — *Tamarix*), саксаулово-тамариково-курчавковый (compl. *Atraphaxis spinosa* — *Tamarix* — *Haloxylon aphyllum*), тамариксово-саксаулово-курчавковый (compl. *Atraphaxis spinosa* — *Haloxylon aphyllum* — *Tamarix*), тамариксово-курчавково-джузгуновы́й (compl. *Calligonum* — *Atraphaxis spinosa* — *Tamarix*), эфедрово-тамариково-саксауловый (compl. *Haloxylon aphyllum* — *Tamarix* — *Ephedra distachya*), курчавково-тамариково-полы́нный (compl. *Artemisia* — *Tamarix* — *Atraphaxis spinosa*), полы́нно-курчавково-тамариковый (compl. *Tamarix* — *Atraphaxis spinosa* — *Artemisia*) и др., всего более 15 типов. Оста-

⁷ На плато (его южная и особенно юго-восточная оконечности) полы́нники местами господствуют безраздельно.

новимся лишь на некоторых. Например, тамариксово-курчавково-джузгуновый тип комплекса широко распространен в песках центральной части побережья. В его составе выделено несколько ассоциаций: эфедровый тамариксник (ass. *Tamarix* + *Ephedra distachya*), эфедровый курчавник (ass. *Atraphaxis spinosa* + *Ephedra distachya*), эфедровый джузгунник (ass. *Calligonum* + *Ephedra distachya*), сибирскопырейный курчавник (ass. *Atraphaxis spinosa* + *Agropyron fragile*).

В ряде случаев такие комплексы видоизменяются и большую роль в них начинают играть сибирскопырейники (из *Agropyron fragile*). В более удаленных от моря участках встречается саксаулово-пырейно-джузгуновый комплекс (compl. *Calligonum* — *Agropyron fragile* — *Haloxylon aphyllum*). По мере выравнивания рельефа характер комплексов изменяется. Так, в северо-восточной части песков отмечены курчавково-тамариксово-полынные (compl. *Artemisia ageraria* — *Tamarix* — *Atraphaxis spinosa*) и тамариксово-курчавковые комплексы (compl. *Atraphaxis spinosa*). В ряде случаев значительные площади занимают саксаульники, нередко представленные ассоциацией костровый саксаульник (ass. *Haloxylon aphyllum* + *Anisantha tectorum*). В переходной к равнине полосе широко распространены костровые пырейники (ass. *Agropyron fragile* + *Anisantha tectorum* (L.) Nevski).

Мы не имеем возможности подробно останавливаться на характеристике хотя бы большинства типов комплексов. Это является предметом специального анализа и по мере готовности будет опубликовано.

Особое явление, носящее интразональный характер, представляет растительность солончаков. Как континентальные, так и приморские солончаки довольно однообразны в этом отношении. Наиболее распространенная формация — сарсазанники, среди которых выделено восемь ассоциаций, причем наиболее обычны лишь две — чистый сарсазанник (ass. *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. B.) и кермековый сарсазанник (ass. *Halocnemum strobilaceum* + *Limonium suffruticosum* (L.) Ktze.). Эти сообщества связаны с наиболее выраженными, чаще пухлыми, солончаками. Несколько ослаблен солончаковый процесс под кермечниками, из которых особенно распространены сарсазановый кермечник (ass. *Limonium suffruticosum* + *Halocnemum strobilaceum*) и биюргуновый кермечник (ass. *Limonium suffruticosum* + *Anabasis salsa*).

Как уже указывалось, значительные площади заняты такырами. В последние годы происходит процесс их интенсивного зарастания высшими растениями, и сохранились лишь небольшие участки с водорослевой растительностью. Самым обычным сообществом на такырах являются чистые биюргунники (ass. *Anabasis salsa*). Однородные по своему флористи-

ческому составу, они значительно различаются по структуре, прежде всего по характеру распределения особей биюргуна.

Гораздо меньшее значение в растительном покрове имеют сообщества других формаций. Из них следует указать караганники (из *Caragana grandiflora*), распространенные в Караган-Сае и по блюдцеобразным западинам в центральной части плато; тамариксники (из видов р. *Tamarix*), встречающиеся кроме песков в лощинах и западинах сниженной равнины; ковылочники (из *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr.), приуроченные к лощинам склонов плато; терескенники (из *Ceratoides papposa* Botsch. et Ikonnikov), встречающиеся по окраинам песков в районе Ахмет-Яра и в районе Жаман-Муруна; верблюжьеколючники (из *Alhagi pseudalhagi* (M. B.) Desw.), боялышники (из *Salsola arbuscula* Pall.), кейреучники (из *S. orientalis* S. G. Gmel.), астрагальники (из *Astragalus transcasicus* Freun.), занимающие совершенно незначительные площади, и т. д.

Более связаны с относительно благоприятным увлажнением луговые фитоценозы (чаще с господством *Aeluropus litoralis* (Gouan) Parl.), изредка встречающиеся среди песков и близ бугутов. По берегу Соленых озер по западному и восточному побережьям острова до последнего времени широко встречались тростниковые фитоценозы (*Phragmites communis* Trin.). Во влажные годы в бугутах эпизодически развиваются сообщества водной растительности, из которой обычна асс. занникелиевая (асс. *Zannichelia palustris* L.). Существуют ежегодно, но развиты в разной степени однолетне-солянковые фитоценозы по кебирам и несколько реже по такырам (асс. *Halimolobos*, асс. *Vienertia cycloptera* Bunge и др.), некоторые кратковременные фитоценозы с господством эфемеров (*Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. et. Spach., *Descurainia sophia* (L.) Schur., *Anisantha tectorum* и др.) и т. д.

Таким образом, можно видеть, что растительный покров острова весьма разнообразен и на сравнительно небольшой площади представляет основные типы растительного покрова Северного Приаралья. Однако в последнее десятилетие наблюдается тенденция усиления опустыненности растительного покрова. В условиях пустынной зоны под этим следует понимать уменьшение роли ксерофильных злаковых, мезо- и гигрофильных группировок и усиление участия сорняков пустынных фитоценозов. Последние — функция нарушения сбалансированных ценозов.

В растительном покрове острова признаки опустынивания проявляются в уменьшении роли пустыннопырейников в комплексах, пустыннопырейников и ковыльчиков в лощинах и песках. Их место начинают занимать обедненные серополыньники с участием итсигека, а иногда и итсигечники. Вслед за

этим расширяются площади биюргунников. В отдельных участках комплексов (например, на западе острова) начинается формирование нового компонента — кейреучников. Здесь же отмечено расширение роли боялышников. Последние постепенно распространяются и по северному побережью. В 1966 г. впервые пересохли Соленые озера западного берега и роль тростниковой формации свелась к минимуму. Существуют значительные пространства, занятые мертвыми «кочками» тростника с редкими зеленеющими побегами. Исчезли и встречавшиеся здесь солеросовые (*Salicornia europaea* L.) фитоценозы, резко сократились площади под локально распределенными прибрежницевыми сообществами.

В целом на Барсакельмесе наблюдается тенденция сокращения кустарниковых (тамариксники, курчавники) ценозов, особенно в прибрежных частях острова.

Какие же факторы направляют отмеченные процессы? Их три группы: общий сдвиг экологической обстановки в связи с падением уровня Аральского моря, отдельные элементы неосторожного вмешательства человека, пасторальный пресс.

По поводу первой группы факторов сегодня еще трудно говорить подробно, ибо отступление моря проявляется лишь в узкой прибрежной части острова (увеличение обнаженных пляжей, пересыхание лагун, перенос солей и соответствующие упомянутые выше изменения растительного покрова). У нас нет оснований свидетельствовать о каких-либо существенных изменениях растительного покрова плакорного типа (на плато и сниженной равнине). У нас нет оснований и предсказывать такие изменения в ближайшие годы, ибо режим влажности почв в фитоценозах плакорного типа не связан непосредственно с морем. Мы можем лишь согласиться, что при значительном уменьшении зеркала Арала изменение климата начнет сказываться и на характере растительного покрова. Однако сам этот вопрос в значительной мере проблематичен (см., напр., [25]).

Вторая группа факторов оказывала значительное воздействие со стороны человека, несмотря на заповедный режим территории. Первое, одно из наиболее существенных, изменение связано с уничтожением саксаула. Интенсивная вырубка саксаула производилась, вероятно, еще в конце прошлого века. Это привело к изменению характера комплексов растительности, что уже отмечено выше. Нужно отметить, что в последние годы такое воздействие незначительно, однако не проводятся по-прежнему какие-либо лесоохранные работы (защита всходов и подроста от уничтожения животными, создание защитных посадок и т. п.). А это привело к тому, что естественное возобновление саксаула нарушено. Всходы, лишенные покрова материнских деревьев, страдают от засухи

и гибнут, а сохранившиеся — уничтожаются копытными и грызунами. Определенное воздействие оказывают и транспортные связи с материком (завоз сена, кормов и пр.). Третья группа факторов оказывает сегодня, пожалуй, наиболее существенное воздействие. Оно связано с отсутствием научно обоснованного регулирования численности животного населения острова. В пятидесятых — шестидесятых годах наблюдались интенсивный рост стада сайгаков и резкое возрастание численности суслика. В результате этого ряд пастбищ (например, урочище Сайгачий двор, район песков близ Соленых озер, ур. Жлянчи и др.) сильно выбиты. Одним из серьезных показателей этого является все усиливающееся распространение *Anabasis aphylla* и однолетних сорняков (особенно *Ceratocarpus turcestanicus*). В ряде мест обилен *Roa bulbosa* L. или *Descurainia sophia*, а в песках появляются своеобразные костровые саксаульники (асс. *Haloxylon aphyllum* + *Anisantha tectorum*), нередко с участием мха *Tortula ruralis* (Hedw.) Schwalgr.

Именно перевыпас, а не засухи — причина сокращения площадей под пырейниками и падения их урожайности. Нам неоднократно приходилось наблюдать, что сайгаки до основания выгрызают дернину (!) пырея, т. е. практически его уничтожают. Сильно страдают в весеннее время растения, особенно эфемерные, от суслика-песчаника. На отдельных участках эти грызуны полностью поедают все находящиеся в почве корневища, клубни, луковицы эфемероидов. В летнее время молодые, не лежащие в спячку суслики уничтожают значительную часть даже малосъедобных растений (например, итсигек), уничтожают корни серой полыни. Особенно страдает растительный покров песков.

Таким образом, все сказанное свидетельствует о нарушении естественного равновесия в природных экосистемах острова. Подобные явления крайне нежелательны, особенно на территориях, где сохранение экосистем — одна из целей их заповедного режима.

Заканчивая краткий очерк природы о. Барсакельмес, мы подчеркиваем его уникальность как типичного для пустынь казахстанского типа явления. В настоящее время это единственный пустынный заповедник в обширном ботанико-географическом регионе. Несмотря на свое островное положение, он обладает «довольно типичными пустынными ландшафтами» [57] и, несомненно, должен рассматриваться как эталон всего комплекса природных условий Северного Приаралья. Следует подчеркнуть, что растительный покров острова продолжает сохранять (несмотря на некоторые указанные выше изменения) естественный типичный облик и характер. Мнение о происшедшем коренном его изменении [7, 32, 40, 3] глубоко ошибочно.

Задачи охраны флоры и растительного покрова острова требуют организации многолетних стационарных наблюдений за их важнейшими компонентами (см., напр., [50, 51]). На этой основе возможна разработка научно обоснованного режима охраны ботанических объектов о. Барсакельмес.

Л. А. КУЗНЕЦОВ

КРАТКИЙ ГЕОБОТАНИЧЕСКИЙ ОЧЕРК БИЮРГУНОВО-СЕРОПОЛЫННОГО КОМПЛЕКСА КАК ОСНОВНОГО ЭЛЕМЕНТА ЭКОСИСТЕМЫ

Задачей предлагаемого сообщения является общее геоботаническое описание одного из наиболее распространенных на о. Барсакельмес (Аральское море) типов плакорных комплексов — биюргуново-серополынного (compl. *Artemisia terrae albae* — *Anabasis salsa*) в связи с его организующей ролью в образовании одноименного типа экосистемы. Изучение последней, проводимое коллективом биологов ЛГПИ, требует детального знания фитокомпонента этой экосистемы.

1. Характеристика комплекса

Биюргуново-серополынный комплекс особенно широко распространен в пределах сниженной равнины острова и представляет собой закономерное чередование незначительных по площади (несколько м²) фитоценозов двух формаций — *Artemisieta terrae albae* и *Anabasieta salsae*. Участие этих формаций в комплексе может быть охарактеризовано следующими таксационными показателями: соотношение серополынников и биюргунников по площадям равно 3:2 (при колебаниях в разных условиях от 1:1 до 4:1), а по встречаемости фитоценозов — 1:1 (при колебаниях в разных условиях до 4:1).¹ Изредка в комплексе принимают участие фитоценозы формаций *Anabasieta arhyllae*, *Agropyreta desertori*, занимающие до 0,7% по площади. Участие последней характеризует динамическую стадию, связывающую этот тип комплекса с трехчленным пырейно-биюргуново-серополынным.

Особо следует сказать об участии в комплексе черного саксаула (*Haloxylon arhyllum*), что на острове довольно обычное явление и, вероятно, изначально еще более распространенное. Черный саксаул приурочен к серополынникам, чаще по одному — нескольким кустам (реже деревцам) в фитоценозе. Его физиономическое значение заключается в придании ландшафту саванноподобного облика, а экологи-

¹ Методика таксации комплексов приведена в статье автора на стр. 22.

ческое — в создании особого типа экологических ниш, определяющих участие и жизненность в экосистемах значительной группы растений, беспозвоночных и т. п. Отчасти это продемонстрировано в статье А. В. Извозчикова в настоящем сборнике.

В рассматриваемом комплексе принимают участие восемь ассоциаций серополынных, три — биюргунников. Их подробное описание приводится далее. В качестве примера, показывающего участие отдельных ассоциаций, остановимся на биюргуново-серополынном комплексе IV экологического участка, расположенного на сниженной равнине западной оконечности острова (табл. 1).

Ведущее положение принадлежит двум ассоциациям — мортуковому серополыннику (на его долю приходится 85,4% площади всех фитоценозов формации) и биюргуннику (на его долю приходится 70% площади всех фитоценозов формации).

В подобных комплексах биюргунники, как правило, приурочены к отрицательным элементам рельефа. Превышение над ними серополынных по данным инструментальной нивелировки от 20 до 60 см. Однако эта закономерность не абсолютна, и серополынные бывают связаны с понижениями, а биюргунники — с повышениями. Причину этого следует искать в физических свойствах почвы и ее солевом составе, что нередко обусловлено деятельностью животных.

Таблица 1

Соотношение площадей фитоценозов различных ассоциаций в комплексе на экологическом участке IV

Формация	Ассоциация	Площадь	
		асс.	форм.
Artemisieta terrae albae	Artemisia terrae albae	3,2	58,8
	A. t. a. + Eremopyrum	50,2	
	A. t. a. + Anabasis salsa	5,4	
Anabasieta salsae	Anabasis salsa	28,3	40,5
	A. s. + Eremopyrum	7,4	
	A. s. + Artemisia terrae albae	4,8	
Anabasieta aphylli	Anabasis aphylla + Artemisia terrae albae	0,7	0,7

Интересен вопрос о развитии комплексов. В условиях о. Барсакельмес они имеют тенденцию обеднения в результате зоогенных воздействий, что связано с чрезмерной численностью суслика-песчаника и сайгака. В то же время следует сказать, что за годы наблюдений (а судя по скудным

литературным данным и опросным данным, и за более длительный срок) нельзя говорить о глубокой перестройке комплексов. Изменения в основном носят характер разногодичных флюктуаций. Об этом свидетельствует картирование, которое проводилось в 1963 и в 1973 гг. в августе месяце. За этот период осталась неизменной площадь биюргунников, но произошло перераспределение роли ассоциаций: сократилась площадь биюргуновой и появилась новая — мортуково-биюргуновая ассоциация (площадь 7,4%).

Площадь под серополынниками сократилась на 0,3%, появилась новая мортуково-серополынная ассоциация (площадь 50,2%). В результате сократилась площадь ранее господствовавших ассоциаций. Усилилась роль *Anabasis aphylla*.

Таким образом, нет оснований говорить о принципиальных изменениях в биюргуново-серополынном комплексе IV экологического участка. Аналогичные выводы можно сделать и в других случаях.

2. Характеристика биюргунников и серополынников

Представляется целесообразным остановиться на подробной геоботанической характеристике двух формаций, образующих изучаемый комплекс, и рассмотреть каждую формацию в целом.

Предварительные описания нами кратко публиковались ранее [54, 47].

Формация: биюргуновая (*Anabasieta salsae*)

Характеристика основана на 125 описаниях. Биюргуновая формация — одна из наиболее распространенных на о. Барсакельмес. Ее фитоценозы играют ведущую роль в плакорных комплексах, где занимают от 27 до 65% площади, являются основным сообществом зарастающих такыров и кебиров. Связаны с серо-бурыми зональными почвами разной степени солонцеватости. Нередко эти почвы слаборазвиты и маломощны, как правило, сильно загипсованы. На кебирах иногда вообще трудно говорить о сколько-то развитой почве — они представляют собой сильно эрозированные обнажения третичных гипсоносных глин. Столь же слабо развиты и такыровидные почвы. Увлажнение таких местообитаний осуществляется исключительно за счет атмосферных осадков, причем лишь в отдельных случаях (солончаки и западины, в меньшей степени такыры) возможно относительно благоприятное распределение почвенной влаги во времени.

Структура биюргуновых фитоценозов чрезвычайно проста, что определяется их маловидовым составом (2—7, максимум

13 видов) и сильной разреженностью покрова. Горизонтальная структура превалирует над вертикальной. Обычно представлены грегации доминирующих видов, а в ряде ассоциаций — конгрегации их с однолетниками.

Существенно отметить различный характер распределения по площади *Anabasis salsa*, что в значительной степени и определяет структуру сообществ. Проективное покрытие в среднем 10—25% (до 35%).

Флора биюргунников включает 53 вида высших растений, 6 видов лишайников, 2 вида грибов и водоросли. Преобладают представители семейств Chenopodiaceae (34,0, F=64), Poaceae (11,3, F=49), Asteraceae (7,5, F=15), Brassicaceae (11,3—15). Всего отмечено 14 семейств. Из экобиоморф наиболее значимы фитоценотически полукустарнички, у которых фитоценотический коэффициент равен 37; на их долю приходится 15% видов. Среди них *Anabasis salsa*, *Artemisia terrae albae*, *Limonium suffruticosum*, *Kochia prostrata* (L.) Schrad., *Salsola orientalis* и др. Примерно равна значимость коротко-вегетирующих трав. Поликарпики короткой вегетации составляют 26,4% (F=30). Это *Rheum tataricum* L., *Poa bylbosa*, *Tulipa byhseana* Boiss., *Thalictrum isopyroides* C. A. Mey., *Asparagus breslerianus* Schult. et Schult., *Megacarpa megalocarpa* (Fisch. ex DC) V. Fedtsch. и др. Коротковегетирующие монокарпики составляют 24,5% (F=32). Следует назвать *Egemonium* sp. sp., *Lepidium perfoliatum* L., *Ceratocephala testiculata* (Crantz) Roth., *Descurainia sophia*, Fedtschenkoa. Довольно обычны, хотя чаще малолюбильны, монокарпические длительно-вегетирующие травы (*Halimolobos* sp. sp., *Salsola nitragia* Pall., *S. foliosa* (L.) Schrad., *Climacoptera aralensis* (Iljin., Botsch., *S. brachiata* (Pall.) Botsch., *Suaeda salsa* (L.) Pall., составляющие 20,7% при фитоценотическом коэффициенте 32. Невелика роль деревьев, кустарничков и полукустарников. Лишь последние имеют F=11 (3,7% видов флоры). Наиболее важны *Haloxylon aphyllum*, *Atraphaxis spinosa*, *Halocnemum strobilaceum*. В биюргунниках острова чаще, чем в других сообществах, можно встретить лишайники *Dermatocarpon lachneum* (Ach.) A. Z. Sm., *Rhinodina archaea* (Ach.) Arn., *Caloplaca jungermaniae* (Vahl.) Th. Fr., *Aspicilla aspera* Tomlin и др.

Выдающаяся роль в биюргунниках принадлежит экологической группе псевдоксерофитов (51% и F=62). Важнейшие эфемеры и эфемероиды были перечислены выше.

Большая группа видов, имеющих важное фитоценотическое значение, является гликогалофитами. Это *Anabasis salsa*, *A. aphylla*, *Climacoptera brachiata*, *Salsola arbuscula*, *S. nitragia*, *S. orientalis*. Они составляют 11,3% флоры формации, а фитоценотическая значимость оценивается коэффициентом

30. Близка в фитоценозах формации роль эугалофитов (11,3%, F=26) — *Haloxylon aphyllum*, *Halocnemum strobilaceum*, *Halimolobos sp. sp.* и др. Криногалофиты (*Limonium suffruticosum*, *Franseria hirsuta* L., *Aeluropus litoralis* и др.) имеют

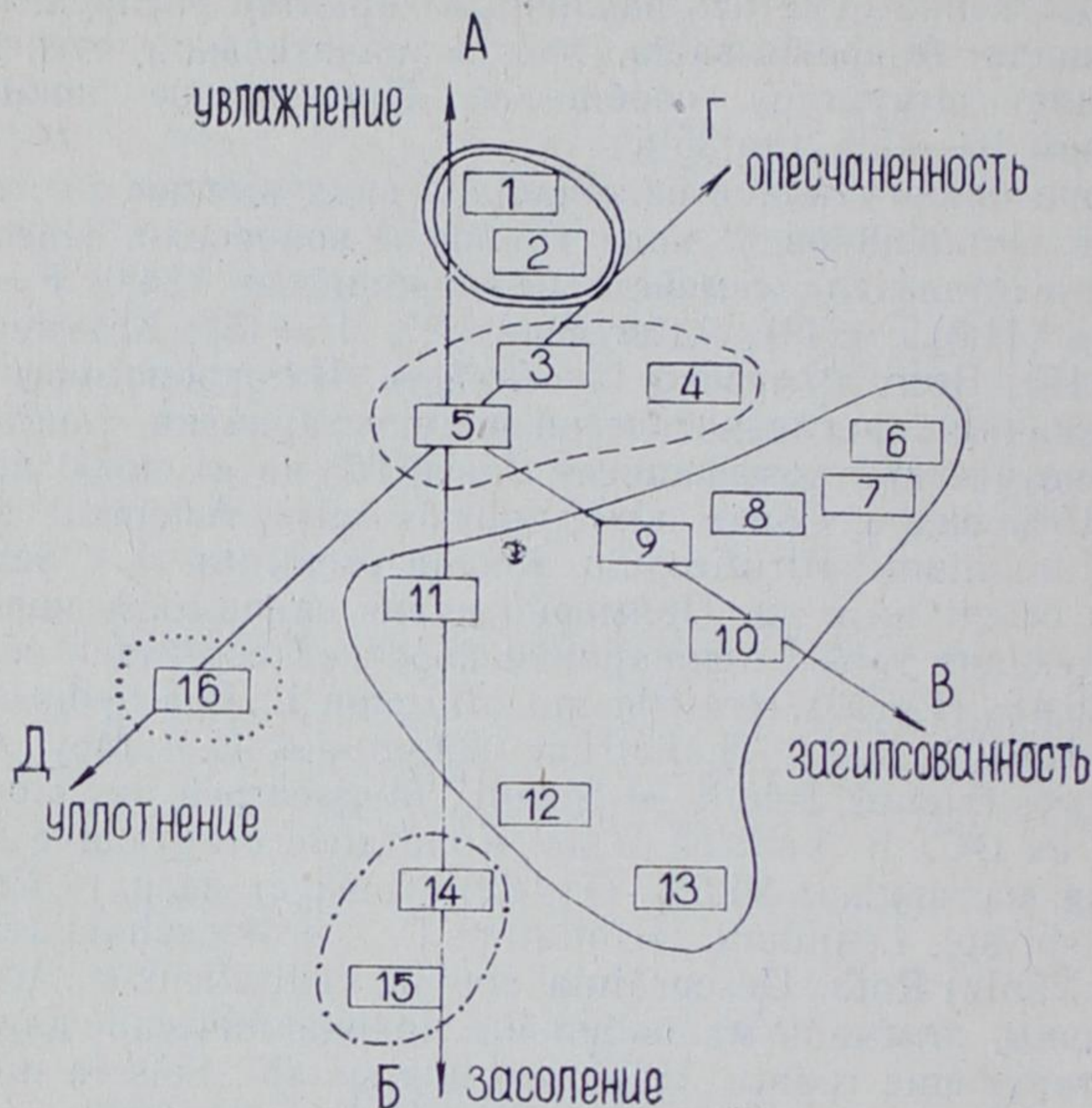


Рис. 1. Эколого-фитоценотические ряды биюргуновой формации

Условные обозначения:

- I. Группа ассоциаций: биюргунники остепненных западин
Ассоциации: 1 — серополынный пустыннопырейный, 2 — с. верблюдополынный
- II. Группа ассоциаций: биюргунники плакоров
Ассоциации: 3 — б. мортуковый, 4 — б. серополынный, 5 — биюргунник
- III. Группа ассоциаций: биюргунники обнажений третичных глин
Ассоциации: 6 — б. курчавковый, 7 — б. двуформенноосочковый, 8 — б. мортуковый, 9 — биюргунник, 10 — кейреуковый, 11 — б. итсигековый, 12 — б. однолетнесолянковый, 13 — боялышевый
- IV. Группа ассоциаций: биюргунники солончаков
Ассоциации: 14 — б. полукустарничковокермековый, 15 — б. сарсазановый
- V. Группа ассоциаций: биюргунники такыров
Ассоциации: 16 — б. солончаковый

фитоценотическую значимость 19 и составляют 15% флоры. Роль стипаксерофитов (*Agropyron desertorum*) и эуксерофитов (*Artemisia terrae albae*, *Kochia prostrata*, *Atraphaxis spinosa*) проявляется лишь в отдельных ассоциациях формации.

Подобный биоэкологический состав биюргунников опреде-

ляет характер их сезонной ритмики. Можно представить следующую схему сезонных стадий биюргуновых фитоценозов:

I — ранневесенняя стадия. Характеризуется началом вегетации эфемеров и эфемероидов и ряда полукустарничковых эуксерофитов; II — весенняя стадия. Начало ее определяется началом вегетации *Anabasis salsa*, массовым цветением эфемеров и эфемероидов. В этот период биюргунники имеют самый красочный аспект; III — стадия начала лета. Плодоносят и засыхают коротковегетирующие виды. Важнейший показатель — цветение *Anabasis salsa*. Конец его цветения определяет наступление следующей стадии; IV — стадия знойного лета. Период относительного покоя биюргуновых фитоценозов; V — стадия второй половины лета. Определяется началом плодоношения *Anabasis salsa*, цветением *Artemisia terrae albae*. Плодоносят многие растения (*Limonium suffruticosum*, *Anabasis aphylla*, *Climacoptera* sp. sp., однолетние *Salsola*); VI — осенняя стадия. Продолжается плодоношение растений, а затем отмирание их однолетних вегетативных органов; VII — зимняя стадия. Период зимнего покоя. Распространение плодов *Anabasis salsa*.

Биомасса однолетних надземных частей биюргуна на острове колеблется от 2 до 10 ц/га. При этом следует подчеркнуть, что многогодичные показатели весьма изменчивы. Так, в неблагоприятные годы продуктивность составляет 45%, а в благоприятные — 200% от среднего. Колебания биомассы многолетних побегов растения несколько меньше — от 5,2 до 10,7 ц/га.

В составе биюргуновой формации мы выделяем 16 ассоциаций, объединяемых в 5 групп ассоциаций. Эколого-фитоценотические связи между ними показаны нами в приводимой на рис. 1 схеме.

Группа ассоциаций: биюргунники плакоров

Ассоциация биюргунник плакорный

Одна из наиболее обычных на острове ассоциаций. Встречается на плато и сниженной равнине, занимая плоские отакыренные понижения размером от 50 до 1500 м² с серо-бурыми солонцеватыми почвами, иногда солончаковатыми. В ассоциации зарегистрированы 21 вид цветковых растений и 3 вида лишайников. Характерен единственный доминирующий вид — эдификатор *Anabasis salsa* (обилие sp-cop²). Структура сообществ проста — это грегации биюргуна, в которых изредка встречаются малообильные (sol) облигатные ассектаторы (*Lepidium perfoliatum*, *Eremopyrum orientale*, *Ceratosephala testiculata*) и факультативные ассектаторы (*Anabasis aphylla*, *Anisantha tectorum*). Проективное покрытие в фитоценозах в среднем 15%, но колеблется от 5 до 32%, причем

на биургун приходится 14%. Внешний облик фитоценозов в значительной степени зависит от формы биургуна. Так, *Anabasis salsa* f. *depressa* (сильно ветвящиеся прижатые к почве кустики) создает наиболее четко выраженные грегации. Аналогичная структура создается и реже встречающимся *A. salsa* f. *humifusa*, однако в этих случаях она сопровождается образованием четко выраженного нанорельефа. *A. salsa* f. *buniformis* встречается в условиях хорошо проявляющегося эрозионного процесса. Здесь еще более четко выражен нанорельеф, а грегации четко приурочены к кочкам. Уникальными в этом смысле представляются «кочкарные» биургунники на м. Бутакова. Кочки там имеют среднюю площадь около 7000 см² при высоте 18 см.

Малообильны (*un-sol*) и не связаны со структурными частями *Kochia prostrata*, *Artemisia terrae albae*, *Eremopyrum triticeum*, *Climacoptera brachiata*, *Limonium suffruticosum*, *Halimolobos karelinii* Moq., *H. sclerosperma* (Pall.) C. A. Mey., *Scorzonera pusilla* Pall., *Chorispora tenella* (Pall.) DC и др. Среди споровых обычен *Dermatocarpon lachneum*, встречаются *Caloplaca jungermanniae*, *Rhinodina archaea*.

Внутреннюю изменчивость ассоциации, связанную с шириной ее экологической амплитуды, отражает существование социаций [47, 52] Так, социация с лишайниками, встречающаяся чрезвычайно редко, приурочена к почвам с разрушающейся поверхностной корочкой; социация с эфемерами связана с опесчаненностью поверхностного горизонта почвы; социация с кермеком полукустарничковым связана с угасающим солончаковым процессом в почве; социация с однолетними солянками возникает в условиях незначительного перевыпаса склонов к такырам, окраин дорог.

Ассоциация биургунник мортуковый плакорный

Встречается в условиях, аналогичных предыдущей ассоциации. Для почв под фитоценозами этой ассоциации характерно наличие рыхлой, опесчаненной или покрытой дресвой корочки. Обилие биургуна — сор², а покрытие 18% (62/38).*

Хорошо выражены конгрегации биургуна с эфемерами, а иногда и грегации мортука. Структура может значительно изменяться по годам. Общее проективное покрытие в среднем 16% (8—25%). На пробных площадях зарегистрировано в среднем 6 видов. Всего в ассоциации 11 видов цветковых и 1 лишайник.

Устойчивым эдификатором в фитоценозах выступает биургун, а сезонным субэдификатором мортук восточный. Обилие

* В скобках приведено отношение покрытия однолетних частей растения к многолетним внутри куста.

sol имеют облигатные ассектаторы *Artemisia terrae albae*, *Rheum tataricum*, *Lepidium perfoliatum*, *Ceratocephala testiculata* и т. п.

Ассоциация биюргунник серополынный плакорный

Фитоценозы этой ассоциации приурочены к местообитаниям, сходным с вышеописанными, однако со значительно менее выраженным солонцовым горизонтом в почвах. Близость проявляется и во флористическом составе (например, с биюргуновой ассоциацией коэффициент флористической общности достигает 51%). В составе ассоциации 23 вида цветковых растений. На пробной площади обычно 6 (3—13) видов растений. Структура ценозов определяется биюргуном и серой полынью. В основе ее — грегации господствующих видов с редко примешивающимися однолетниками. Относительно выражена вертикальная ярусность. Первый, сильно разреженный, образован генеративными побегами полыни (15—20 см) и поэтому в засушливые годы может вовсе отсутствовать. Основной ярус — высотой (3) 6—7 см — образован биюргуном и вегетативными побегами полыни.

Среднее проективное покрытие в фитоценозах — 18% (10—32%), покрытие биюргуна — 11% (80/20), полыни — 6% (50/50). Обилие их сор¹. Облигатные ассектаторы: *Agropyron desertorum*, *Rheum tataricum*, *Scorzonera pusilla*, *Lepidium perfoliatum*, *Fedtschenkoa africana* (L.) Dvorak, *Eremopyrum orientale*, *Ceratocephala testiculata*. Факультативные ассектаторы: *Kochia prostrata*, *Limonium suffruticosum*, *Salsola orientalis*, *Anabasis aphylla*, *Astragalus lasiophyllus* Ledeb., *Climacoptera brachiata*. Все они малообильны (sol).

Возможно выделение нескольких социаций — с кермеком полукустарничковым и с пыреем пустынным и др. [47, 52].

Ф о р м а ц и я: с е р о п о л ы н н а я (*Artemisieta terrae albae*)

Характеристика основана на 310 описаниях пробных площадей серополынников.

Серополынники — самое распространенное растительное сообщество о. Барсакельмес, занимающее основные территории на плато и встречающееся небольшими пятнами в полосе песков. Ведущую роль серополынники играют в комплексах сниженной равнины и плато, где занимают от 15 до 68% площади внутри комплексов. Серополынные фитоценозы приурочены к зональным серо-бурым почвам, нередко солонцеватым и загипсованным. Встречаются в сильно заросших выравненных песках на слабо развитых почвах с близким залеганием третичных гипсоносных глин. Увлажнение осуществляется исключительно за счет атмосферных осадков, и лишь в лощинах и западинах благоприятные условия увлажнения

складываются в результате временного увлажнения поверхностными водами.

В серополынниках достаточно четко выражена и вертикальная и горизонтальная структура. Основной ярус образует полынь, выносящая генеративные побеги на высоту 20—27 см, а вегетативные — на высоту 2—4 см. В большинстве ассоциаций именно этот ярус наиболее высокий. В итсигеково-серополынных фитоценозах в первый сильно разреженный ярус выходят особи *Anabasis aphylla* (30—40 см). *Stipa lessingiana* и *Agropyron desertorum* создают сходную ярусность в ковылково-серополынных и пустыннопырейно-серополынных фитоценозах.

В фитоценозах с субдоминантными полукустарничками к основному полынному ярусу добавляются *Anabasis salsa*, *Kochia prostrata*, *Salsola orientalis*. Особо следует сказать о роли черного саксаула в структуре серополынников. Как правило, *Haloxylon aphyllum* представлен единичным низкорослым подростом. Однако в ряде случаев отдельно стоящие среди полытника деревья достигают высоты 1,5—2 м. В этом случае вертикальная структура существует только в пределах возникающей микрогруппировки — конгрегации, а о ярусе говорить нельзя.

Кроме названной конгрегации, представляющей наиболее сложный элемент структуры серополынников, следует назвать конгрегации бюргуна и большинства видов — субдоминантов. В фитоценозах с согосподством однолетников довольно обычным является образование их конгрегаций с полукустарничками. На пробной площади представлено обычно 4—7 (до 11) видов цветковых и 1—2 вида лишайников. Проективное покрытие 35—50% с колебаниями от 15 до 63%.

Анализ состава флоры серополынников показывает, что она содержит 60 видов высших растений, 5 видов лишайников, 2 вида грибов, водоросли. Наиболее важны семейства *Chenopodiaceae* (26,8% от общего числа высших растений, коэффициент фитоценотической значимости — 51), *Poaceae* (17,0—42), *Asteraceae* (9,8—15), *Brassicaceae* (12,2—12), *Fabaceae* (7,3—12), *Ranunculaceae* (7,3—7). Всего представлены виды 18 семейств.

Во флоре наиболее значимы полукустарнички ($F=39$), составляющие 14,6% ее состава. Среди них *Artemisia terrae albae*, *Anabasis salsa*, *A. aphylla*, *Kochia prostrata*, *Limonium suffruticosum*, *Salsola orientalis*. Близки по фитоценотической роли монокарпические травы короткой вегетации ($F=37$). На их долю приходится 26,8% видов (*Alyssum desertorum* Stapf., *Adonis parviflorus* (Bieb.) Fisch., *Anisantha tectorum*, *Ceratocephala testiculata*, *Descurainia sophia*, *Veronica campylopoda* Boiss.).

Из поликарпических трав длительной вегетации (9,8%, F=24) отметим *Aeluropus litoralis*, *Acroptilon repens*, *Agropyron sp. sp.*, *Stipa lessingiana*, *S. turgaiica* Roshev. и др. Поликарпические травы короткой вегетации (*Poa bulbosa*, *Carex dimorphotheca* Stschegl., *Thalictrum isopyroides*, *Tulipa*

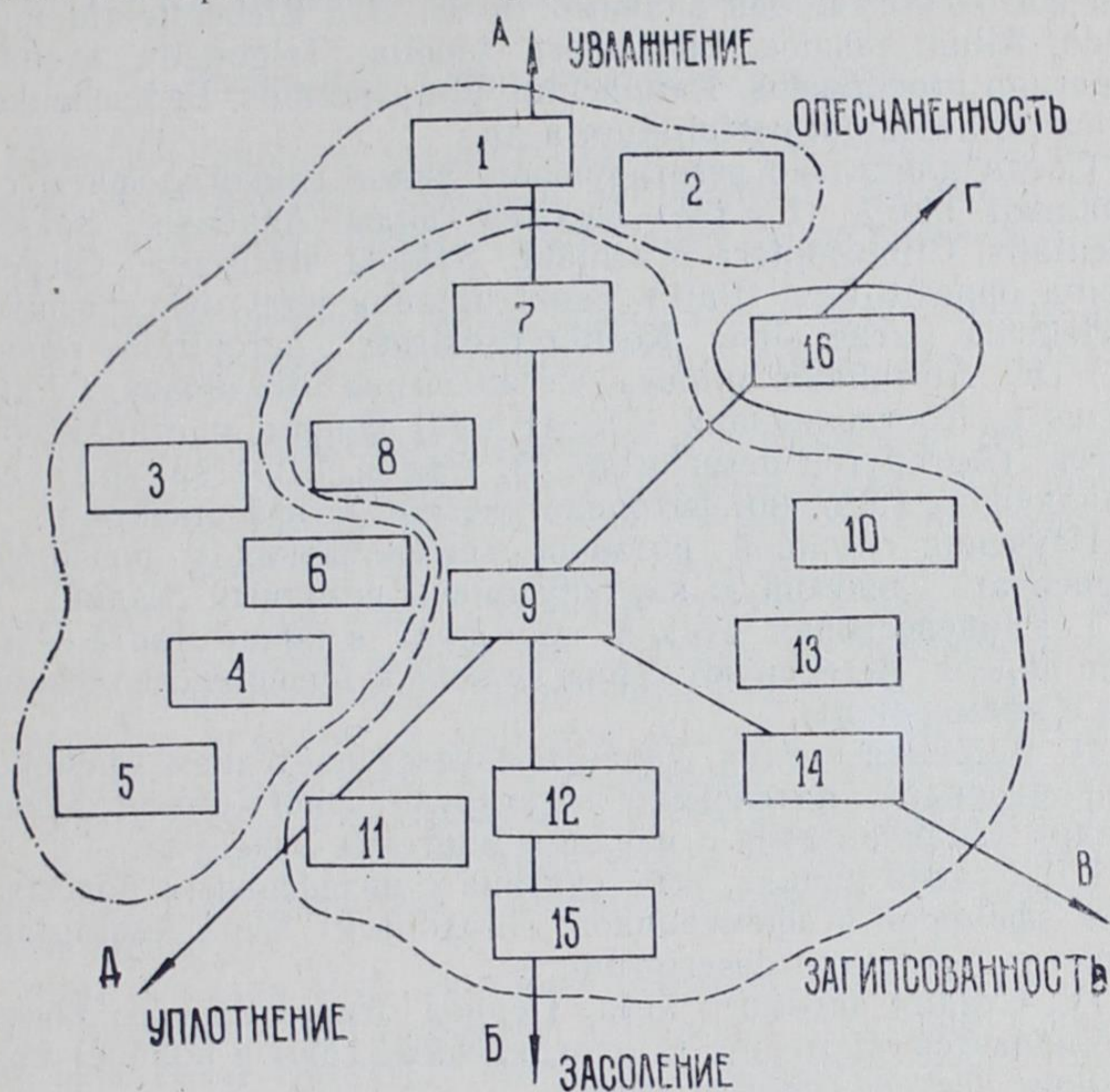


Рис. 2. Эколого-фитоценологические ряды серополынной формации

Условные обозначения:

I. Группа ассоциаций: серополынники остепненных западин
Ассоциации: 1 — серополынный ковыльный, 2 — с. мятликовый, 3 — с. пустыннопырейный, 4 — с. итсигековый, 5 — с. биюргунов-
вый, 6 — с. прутняковый

II. Группа ассоциаций: серополынники плакорные
Ассоциации: 7 — с. ковылковый, 8 — с. пустыннопырейный, 9 —
серополынный, 10 — с. эфемеровый, 11 — с. итсигековый, 12 —
с. черносаксауловый, 13 — с. мортуковый, 14 — с. биюргуновый,
15 — с. кейреуковый

III. Группа ассоциаций: серополынники песков
Ассоциация: 16 — с. костровый

buhseana, *Taraxacum bicornе* Dahlst., *Rheum tataricum*, *Astra-
galus lasiophyllus* и др.) составляют 24,4% флоры, а их фито-
ценологическая значимость — 29. Роль остальных экобиоморф
гораздо меньше. Деревья составляют 2,4% (F=7), кустар-
нички — 7,3% (F=12), полукустарники — 2,4% (F=2), моно-

карпические травы длительной вегетации — 12,2% ($F=12$). Из лишайников встречаются *Caloplaca jungermanniae*, *Dermatocarpon lachneum*, *Rhinodina archaea* и др.

Анализ флоры по экологическим группам свидетельствует о преобладании псевдоксерофитов, включающих 48,8% видов при фитоценотической значимости 68. Это *Biebersteinia multifida*, *Allium caspica*, *Chorispora tenella*, *Trigonella arquata*, *Asperugo procumbens*, *Ranunculus platyspermus*, *Fedtschenkoa africana*, *Lepidium perfoliatum* и др.

Среди длительно вегетирующих видов гликогалофиты составляют 14,6% ($F=29$). Укажем виды *Anabasis*, *Salsola orientalis*, *Climacoptera brachiata*, *Salsola arbuscula*, *Girgensohnia oppositiflora* (Pall.) Fenzl. Велика роль эуксерофитов (*Artemisia terrae albae*, *Kochia prostrata*, *Acroptilon repens* (L.) DC, *Atraphaxis spinosa*, *Ceratocarpus utriculosus*, *C. arpagius* L., составляющих 17% ($F=32$) флоры, и стипаксерофитов (*Agropyron desertorum*, *A. fragile*, *Stipa* sp. sp.), составляющих 4,9% при фитоценотическом коэффициенте 15.

Изучение сезонной ритмики серополынных позволяет нарисовать следующую картину смены сезонных стадий:

I. Ранневесенняя стадия наступает в конце марта — начале апреля. Вегетируют серая полынь и большинство эфемеров и эфемероидов.

II. Весенняя стадия характеризуется цветением эфемеров и эфемероидов, интенсивно вегетируют многолетние злаки. Стадия заканчивается с началом цветения саксаула.

III. Стадия начала лета связана с интенсивным подсыханием эфемеров и эфемероидов. Плодоносит *Stipa lessingiana* и цветет *Agropyron desertorum*.

IV. Стадия знойного лета. Период относительного покоя. Наблюдается частичное (в определенные годы и полное) подсыхание листьев серой полыни.

V. Стадия второй половины лета. Цветение *Artemisia terrae albae*. Прекращается вегетация у ряда длительно вегетирующих однолетников. Возможна вторичная вегетация полыни, пырея, ковыля.

VI. Осенняя стадия. Плодоношение *Artemisia terrae albae*. Прекращение вегетации всех растений.

VII. Зимняя стадия. Зимний покой. Возможна подснежная вегетация злаков. Распространение плодов серой полыни.

В условиях заповедника серополынные имеют биомассу однолетних надземных частей в среднем 3,5—8,0 ц/га (до 10—12), а многолетних — 3,8—6,0 ц/га.

В серополынной формации мы считаем необходимым выделить 3 группы ассоциаций, объединяющих 16 ассоциаций. На рис. 2 представлена схема эколого-фитоценотических рядов серополынных.

Группа ассоциаций: серополынные плакоры

Наиболее распространенная и многообразная группа ассоциаций. Ее фитоценозы наиболее полно соответствуют зональным экологическим особенностям и в этом смысле типичны для казахстанских пустынь вообще [81, 83].

Ассоциация серополынный плакорный

Одна из наиболее распространенных в средних для формации экологических условиях ассоциаций. Занимает площади от небольших пятен в комплексах до нескольких сотен м² на плато.

Зарегистрировано 18 видов высших и 4 вида низших растений. В фитоценозе встречается 6—7 видов. Проективное покрытие 35—50%.

Типичны одноярусная структура и образование грегаций серой полыни. В диффузно организованных полынных отмечено 20—24 особи растений на 1 м². Ее обилие сор¹⁻², проективное покрытие 40—50%. Среди облигатных ассектаторов можно указать два вида — *Anabasis aphylla* и *Agropyron desertorum*. Они имеют обилие sol. С таким же обилием встречаются факультативные ассектаторы *Haloxylon aphyllum*, *Eremopyrum orientale*, *E. triticeum* (Gaerth.) Nevski, *Ceratocephalia testiculata*, *Veronica campylopoda*, *Tulipa buhseana*, *Stipa lessingiana*. Адвентивными ассектаторами является *Lepidolepis filifolium* DC, *Descurainia sophia*. Встречаются лишайники *Aspicilia desertorum*, *Caloplaca jungermaniae*, *Dermatocarpon lachneum*.

Нами описаны [54] некоторые социации, из которых наиболее интересна серополынная плакорная с черным саксаулом. Появление *Haloxylon aphyllum* усиливает участие однолетников и пырея в ценозах. В условиях более легких почв или нарушения поверхностной корочки формируется социация с эфемерами (*Lepidium perfoliatum* и *Eremopyrum sp. sp.*).

Ассоциация серополынный мортуковый плакорный

Тип сообщества, тесно связанный с предыдущей ассоциацией и территориально, и экологически, и сукцессионно. Во флоре 23 вида высших растений и 1 лишайник.

Структурно расчленяется на грегации *Anabasis salsa* и *Eremopyrum sp. sp.* Иногда возникают конгрегации этих видов. Обилие господствующих видов — биюргуна — сор¹⁻² (покрытие 40%), мортуков — сор¹ (покрытие 5—7%). Среди ассектаторов, имеющих обилие sol — *Anabasis aphylla*, *Agropyron desertorum*, *Geranium transversale* (Kar. et Kir.) Vved., *Rheum tataricum*, *Allium caspium* (Pall.) MB, *Poa bulbosa*,

Descurainia sophia, *Lepidium perfoliatum*, *Veronica campylopoda*, *Litvinovia tenuissima* (Pall.) Voronov ex Pavlow, *Trigonella arguata* C. A. Mey. Несколько более обилен (sp) облигатный асектатор *Ceratocephala testiculata*. Из приведенного списка явствует, что эфемеры преобладают в этом типе серополынных.

Ассоциация серополынный эфемерный плакорный

По сути дела весьма близкое к только что разобранному сообщество, однако здесь нет явного господства какого-либо из видов. Чаще всего более обильным оказывается *Ceratocephala testiculata* (sp-cop², покрытие 8—20%), однако этот вид имеет слишком широкую экологическую амплитуду и временами может достигать высокой численности и в других ассоциациях, не являясь, таким образом, сколько-нибудь специфичным. В фитоценозах ассоциации встречается 3—7 видов, проективное покрытие не менее 60%. Всего зарегистрировано 8 видов. Из них эфемерами являются *Eremopyrum desertorum*, *Lepidium perfoliatum*, *Veronica campylopoda*, *Descurainia sophia*.

Ассоциация серополынный ковылковый плакорный

Фитоценозы ассоциации приурочены к окраинам временных водотоков или едва заметным понижениям в рельефе (не западины!). Обычно встречается в комплексах, преимущественно на пологих склонах. В составе флоры 13 видов высших растений и 1 лишайник.

Anabasis salsa имеет обилие cop²⁻³ и покрытие около 40%, а *Stipa lessingiana* — sp-cop¹ и покрытие 8—15%. Оба вида образуют хорошо выраженные грегации. На пробной площади обычно 8—9 видов, из которых наиболее постоянны *Agropyron desertorum* (sol), *Eremopyrum orientale* (sol-cop¹), *Lepidium perfoliatum*, *Ceratocephala testiculata* (sol-sp). Более редки *Haloxylon aphyllum*, *Rheum tataricum*, *Tulipa buhseana* и др. С саксаулом образуется особая социация.

Ассоциация серополынный пустыннопырейный плакорный

Одна из важнейших ассоциаций комплексов. Фитоценозы ее имеют весьма широкую экологическую амплитуду, занимая склоны, временные водотоки, незначительные депрессии на равнине и, наконец, местообитания, где некоторое улучшение условий водоснабжения идет за счет более легкого механического состава почв.

Фитоценозы имеют хорошо выраженную двухъярусную структуру. В первом ярусе *Agropyron desertorum* (обилие sp-cop², покрытие 10—12% (5—40)), во втором — *Artemisia terrae albae* (обилие cop¹⁻², покрытие 30—40 (7—60)).

Серая полынь формирует грегации или конгрегации с участием эфемеров и эфемероидов, имеющих иногда повышенное обилие (*Ceratocephala testiculata*, *Eremopyrum* sp. sp., *Veronica campylopoda*, *Poa bulbosa* и др.).

Пырей пустынный создает свои грегации, часто легко выделяемые без специального анализа. На пробной площади обычно присутствует 6—7 видов высших растений. Количество экземпляров на 1 м² достигает 65—70 особей. Общее проективное покрытие 35—50%. Во флоре зарегистрировано 36 видов высших и 4 вида низших растений.

Облигатными ассектаторами являются *Ceratocephala testiculata*, *Ranunculus platyspermus* Fisch., *Eremopyrum orientale*, *E. triticeum*, *Astragalus lasiophyllus*, *Poa bulbosa*, *Anabasis aphylla*. Эти виды имеют оценку обилия *sol*, но иногда до *sp* и *cop*¹. Среди факультативных ассектаторов *Haloxylon aphyllum*, *Anabasis salsa*, *Stipa* sp. sp., *Rheum tataricum*, *Alysum desertorum*, *Veronica campylopoda* и др. Адвентивные ассектаторы: *Limonium suffruticosum*, *Tetracteme quadricornis* (Steph.) Bunge, *Ceratocarpus arenarius*, *Asperugo procumbens* L., *Nonea caspica* (Willd.) G. Don., *Litvinovia tenuissima*, *Aeluropus litoralis* и др. Широта экологической амплитуды приводит к возникновению нескольких социаций. Из них важнейшие: серополынный пустыннопырейный с мятликом, серополынный пустыннопырейный с биюргуном, серополынный пустыннопырейный с черным саксаулом.

Ассоциация серополынный биюргуновый плакорный

Вторая важная ассоциация в комплексах острова, фитоценозы которой связаны с самыми засоленными в пределах распространения формации почвами. Характерно наличие полигонально растреснутой уплотненной корочки.

Структура двухъярусная. Первый ярус (20—30 см) — полынь, второй (3—10 см) — составлен биюргуном и многочисленными эфемерами и эфемероидами. Последние образуют собственные миксгрегации и принимают участие в двух типах конгрегаций — с серой полынью и биюргуном. Иногда эфемеры выпадают из состава сообщества, и тогда структура упрощается до двух грегаций доминирующих видов. Обилие *Artemisia terrae albae* — *cop*¹⁻², проективное покрытие 25—35%, обилие *Anabasis salsa* — *sp cop*¹⁻², проективное покрытие 5—15%. Общее проективное покрытие в среднем 25—45%. На пробной площади встречается от 3 до 17 видов растений, в среднем 6—8. На 1 м² зарегистрировано в среднем 13—18 особей.

Всего во флоре ассоциации 29 высших и 4 вида низших растений. Среди облигатных ассектаторов преобладают эфе-

меры *Ceratocephala testiculata* (sol-cop¹), *Lepidium perfoliatum* (sol-sp), *Eremopyrum orientale* (sol-sp), *E. triticeum* (sol-sp) и эфемероиды *Rheum tataricum* (un-sol), *Tulipa buhseana* (sol). Встречаются дерновинные злаки (*Stipa* sp. sp. и *Agropyron desertorum*). Их обилие не выше sol.

Малообильны и факультативные ассектаторы *Poa bulbosa*, *Alyssum desertorum*, *Salsola foliosa*, *Limonium suffruticosum*, *Haloxylon aphyllum* и др. Для подобных фитоценозов не характерны часто встречающиеся в серополынниках *Geganium transversale*, *Ranunculus platyspermus*, *Astragalus lasiophyllus*. Здесь они выступают в роли адвентивных ассектаторов. Из лишайников часто встречаются *Aspicilia desertorum*, *Caloplaca jungermaniae*, *Dermatocarpon lachneum*, *Rhinodina archaea*.

Ассоциация серополынный итсигековый плакорный

Широко встречающаяся ассоциация, роль фитоценозов которой достаточно велика и в комплексах, и среди серополынных плато. В течение десяти лет мы имели возможность наблюдать интенсивное внедрение *Anabasis aphylla* в серополынные преимущественно в районах повышенной пастбищной нагрузки. Таким образом, ассоциация представляет собой одну из стадий пастбищной дигрессии серополынных плакоров.

Фитоценозы итсигековых серополынных двухъярусны, а иногда и трехъярусны. *Anabasis aphylla* образует грегацию, а *Artemisia terrae albae* — грегацию и конгрегации с эфемерами. Характерно частое участие саксаула, вокруг которого формируется особая эфемерово-саксауловая конгрегация.

Проективное покрытие в этих сообществах 40—70%, видовой состав формируется 5—9 растениями.

Доминант *Artemisia terrae albae* имеет обилие cop¹⁻³ (покрытие 30—50%), субдоминант *Anabasis aphylla* — sp-cop¹ (покрытие 10—15%). Обычны ассектаторы *Lepidium perfoliatum* (sol), *Ceratocephala testiculata* (sp-cop¹), *Descurainia sophia* (sol-sp), *Eremopyrum orientale* (sol-cop¹). Следует заметить, что эти виды также косвенно свидетельствуют о большой пастбищной нагрузке фитоценозов. Такой их подбор и степень обилия обычно возникают на пастбищах. Облигатными ассектаторами являются *Haloxylon aphyllum*, имеющий обилие un-sol, *Agropyron desertorum* (обилие sol-sp), *Rheum tataricum* (обилие sol) и др. Факультативные ассектаторы: *Poa bulbosa*, *Ceratocarpus utriculosus*, *Veronica campylopora*, *Leptaleum filifolium*, *Tulipa buhseana*. Обычны лишайники *Dermatocarpon lachneum*, *Rhinodina archaea*.

Всего во флоре ассоциации 19 высших и 4 вида споровых растений.

Среди выделенных нами ассоциаций [54] наиболее распространен серополынный итсигековый плакорный с черным саксаулом.

Ассоциация серополынный кейреуковый плакорный

Редко встречающаяся ассоциация, приуроченная к окраинам плато на западе и юго-востоке острова.

Характерны небольшие (диаметром несколько метров) пятна этой ассоциации среди серополынных. Растения сильно разрежены. *Artemisia terrae albae* имеет обилие $sp-cop^1$, проективное покрытие 2—5%, *Salsola orientalis* — sp , проективное покрытие 1—3%. Нередко весьма обилён в краткие периоды весны *Anisantha tectorum* ($sp-cop^2$). Часто встречаются *Agropyron desertorum* ($sol-sp$), *A. fragile* (sol), *Poa bulbosa* ($sol-sp$), *Geranium transversale* (sol) и др. Проективное покрытие 10—20%, достигает в отдельных случаях за счет эфемеров 60%. Видовая насыщенность 6—11 видов.

Ассоциация серополынный черносаксауловый плакорный

Ассоциация, по сути сближающаяся с различного рода эфемерными сообществами. По своему внешнему облику фитоценозы этой ассоциации создают своеобразный «саванноподобный» ландшафт — на фоне сизовато-серой полыни с просвечивающими палевыми пятнами почвы редко стоящие невысокие деревца зеленого саксаула. По своей структуре они двухъярусны (ярус полыни и эфемеров), поскольку саксаул черный самостоятельного яруса не формирует. Им создаются уже встречавшиеся в других типах сообществ конгрегации саксаула с эфемерами. Конгрегации полыни с эфемерами и грегации полыни — другие элементы структуры черносаксауловых серополынных. Проективное покрытие в таких фитоценозах достаточно велико — 40—60%, причем на саксаул приходится 5—15%. *Artemisia terrae albae* имеет покрытие 25—40% и обилие cop^2 . Облигатные ассектаторы имеют невысокое обилие. Это *Agropyron desertorum*, *Stipa sp. sp.*, *Anabasis aphylla*, *Descurainia sophia*, *Lepidium perfoliatum*. Более обильны *Eremopyrum orientale* ($sp-cop^2$) и *Ceratophala testiculata* ($sp-cop^1$). Всего в ассоциации 13 видов высших и 3 вида лишайников. Анализ флористического состава показывает, что и эти сообщества, подобно итсигековым серополынным, усиленно выпасаются.

3. Характеристика постоянных пробных площадок

Экологический участок I

Участок расположен в пределах центральной части сниженной равнины в 1,5 км юго-восточнее центральной усадьбы заповедника на окраине такыра, к которому имеет слабый

уклон — 3—4°. В верхней части по серополынникам встречаются единичные деревья черного саксаула, в нижней части — голый такыр.

П л о щ а д к а 1 — пырейный серополынный (I—1)¹

В течение шестилетних наблюдений (1972—1977 гг.) здесь зарегистрировано 27 видов цветковых растений и 2 вида лишайников. В разные годы число видов колеблется от 7 до 15. Доминирует *Artemisia terrae albae* (обилие cop^2 в разные годы) и *Agropyron desertorum* (cop^1 , в отдельные годы sp). Облигатными ассектаторами являются *Stipa lessingiana* (sol , редко sp). Ежегодно вегетируют эфемероиды *Rheum tataricum* ($sol-cop^1$), *Tulipa buhseana* ($sol-sp$) *Rhinopetalum karelini* ($sol-sp$), в отдельные годы — *Poa bulbosa* ($sol-sp$), *Astragalus pallasii* ($sol-sp$), *Scorzonera pusilla* (sol). Из эфемеров обычны *Ceratocephala testiculata* ($sol-sp$), *Eremopyrum triticeum*, *E. orientale* ($sol-sp$), *Veronica campylopoda* ($un-sol$), в отдельные годы появляются *Lepidium perfoliatum* (sol), *Alyssum desertorum* (sol), *Descurainia sophia* (sol). Изредка можно встретить малообильные особи ($un-sol$) *Ceratocarpus turcestanicum* и *Halimocnemis sclerosperma*. Из лишайников обычны *Rhinodina archaea*, *Dermatocarpon lachneum*.

Общее проективное покрытие колеблется от 35 до 55%.

П л о щ а д к а 2 — серополынный (I—2)

В составе флоры фитоценоза зарегистрировано 23 вида цветковых растений и 1 вид лишайников (*Rhinodina archaea*). В разные годы число видов колеблется от 10 до 12. Господствует *Artemisia terrae albae* (cop^{2-3}). Среди облигатных ассектаторов *Agropyron desertorum* ($sol-sp$), *Anabasis salsa* ($sol-sp$), *A. aphylla* (sol), *Stipa lessingiana* (sol).

Постоянны эфемеры и эфемероиды *Rheum tataricum* ($sol-sp$), *Tulipa buhseana* ($sol-sp$), *Rhinopetalum karelini* ($sol-sp$) и эфемеры *Eremopyrum triticeum*, *E. orientale* ($sol-sp$), *Ceratocephala testiculata*. И лишь один вид — *Lepidium perfoliatum* (sol) появляется не каждый год. Таким образом, видовой состав этого фитоценоза более стабилен, чем в предыдущем случае, а сезонная динамика весьма сходна с таковым. Проективное покрытие 35—47%.

П л о щ а д к а 3 — серополынный биюргунник (I—3)

В составе флоры фитоценоза 16 видов цветковых растений и лишайник *Dermatocarpon lachneum* (sol). Состав цветковых мало изменчив по годам. *Anabasis salsa* имеет обилие

¹ Система нумерации площадок единообразна во всем сборнике. Римская цифра — номер участка, арабская — номер площадки.

cop¹⁻², *Artemisia terrae albae* — sp. Среди облигатных ассектаторов еще один полукустарничек *Limonium suffruticosum* (sp), эфемероиды *Rheum tataricum* (sp), *Tulipa buchseana* (sol-sp), *Rhinopetalum karelini* (sol-sp) и эфемеры *Eremopyrum triticeum* (sol-sp), *E. orientale*, *Ceratocephala testiculata*, *Lepidium perfoliatum*, *Alyssum desertorum* (обилие всех sol-sp).

Проективное покрытие 27—35%.

Площадка 4 — биургунник (I—4)

В фитоценозе встречаются 13 видов цветковых растений и 2 лишайника — *Dermatocarpon lachneum*, *Rhinodina archaea*. Господствует *Anabasis salsa* (cop¹⁻²). Среди ассектаторов *Artemisia terrae albae* (sol-sp), *Rheum tataricum* (sp-cop¹), *Ceratocephala testiculata* (sol), *Eremopyrum* (sol-sp), *Tulipa buchseana* (sol-sp), *Rhinopetalum karelini* (sol-sp). В разные годы можно встретить *Scorzonera pusilla* (sol), *Veronica campylopora* (sol), *Lepidium perfoliatum*. Обычно на пробной площади встречается 9—12 видов.

Проективное покрытие 25—42%.

Ход сезонных изменений в фитоценозах разбираемого комплекса сходен. Это сходство объясняется относительным единством экотопа и близостью видового состава плакорных серополынных и биургунников (прежде всего за счет эфемеров и эфемероидов), что уже отмечалось нами ранее [55]; тогда же были описаны основные сезонные стадии биургуново-серополынного комплекса. В качестве дополнительной характеристики остановимся на кривых цветения пырейного серополынного (I—1) и серополынного биургунника (I—3) (рис. 3 и 4). Наибольшее богатство видового состава во всех фитоценозах регистрируется в весеннее время года. В этот же период, а точнее — в разгар весны, отмечен максимум цветения. Ежегодно, независимо от особенностей года, действует одна и та же закономерность и различия наблюдаются лишь в количестве цветущих видов и особенно в массовости цветения особей в пределах популяции. Второй пик цветения в биургунниках падает на начало лета и связан с цветением доминирующего *Anabasis salsa*. В 1974 г. цветение его вовсе не наблюдалось. В серополынных второй пик цветения смещен на вторую половину лета — на сентябрь, когда зацветает *Artemisia terrae albae*.

Экологический участок IV

Участок расположен на западной окраине сниженной равнины в 750 м севернее кордона Жаман-Мурун. Он имеет общий уклон 2—3° к востоку. Этот биургуново-серополынный

комплекс характеризуется участием *Haloxylon aphyllum* по серополынным.

Так же как и при описании предыдущего участка, мы останавливаемся только на некоторых характеристиках площадок.

Площадка 1 — саксауловый серополынный (IV—1)

В фитоценозе зарегистрировано 8 видов цветковых растений. Доминирует *Artemisia terrae albae* (cop¹⁻²) и *Haloxylon*

ЧИСЛО ВИДОВ

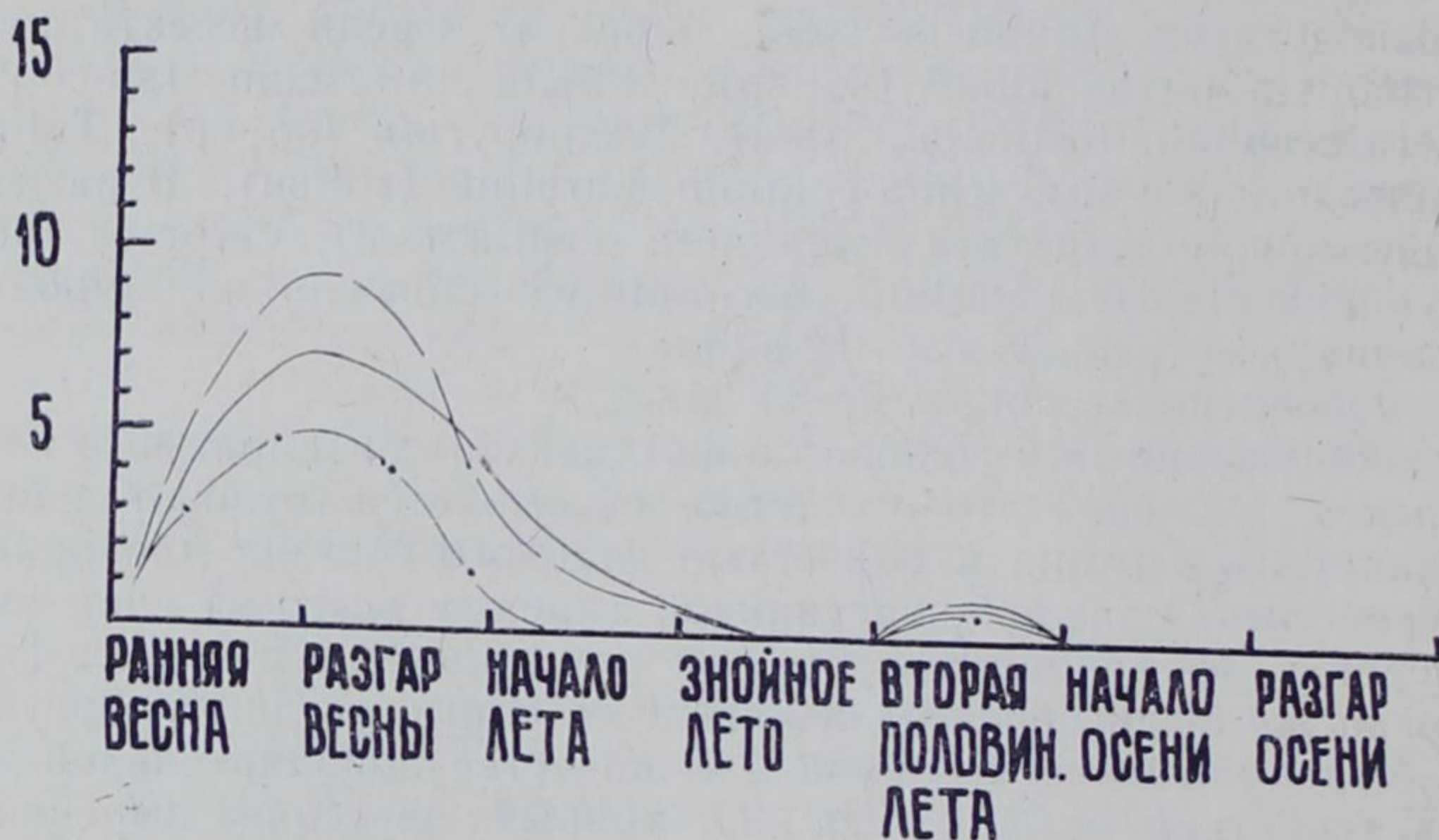


Рис. 3. Кривые цветения растений в пырейном серополынном (I—1)

aphyllum (5—6 кустов на 100 м²). Кроме того, малообильны облигатные ассектаторы *Eremopyrum triticeum*, *E. orientale* (sp-sol), *Poa bulbosa* (sol-sp), *Agropyron desertorum* (sol), *Anabasis salsa* (sol), *Ceratocephala testiculata* (sol-sp), *Descu- genia sophia* (sol). Проективное покрытие 37—56%. Саксаул играет существенную экологическую роль в серополынном, хотя образует сильно разреженные несомкнутые группы с покрытием 3—5%. Средняя высота деревьев 150—200 см (изредка до 250 см), но встречается и много кустиков высотой до 50 см. Крона, как правило, распластанная, диаметром до 200 см.

Площадка 2 — биюргунник (IV—2)

Фитоценоз с сильно разреженным покровом и бедным видовым составом. Отмечено всего 5 видов растений. Домини-

рующий *Anabasis salsa* имеет обилие сор¹, покрытие 3—5%. Малообильны (sol) факультативные асектаторы *Artemisia terrae albae*, *Eremopyrum orientale*, *E. triticeum*, *Ceratocephala testiculata*.

Общее проективное покрытие 12—20%.

Приводя геоботаническое описание фитоценозов бюргуново-серопольного комплекса, мы намеренно не останавливаемся на более детальной характеристике состава, струк-

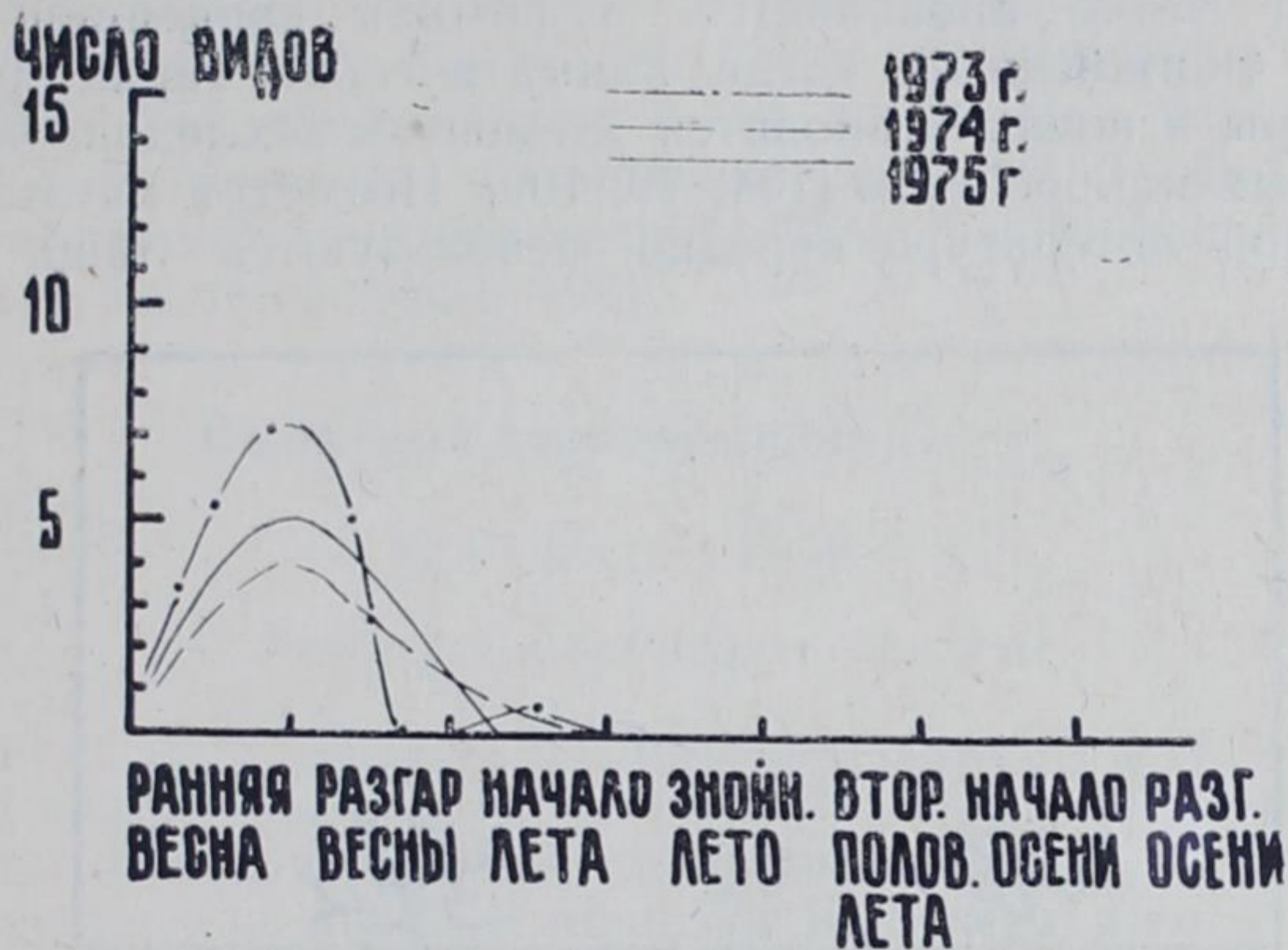


Рис. 4. Кривые цветения растений в серопольном бюргуннике (1—3)

туры и их динамики, не приводим данные о характере существующих взаимосвязей между организмами и между ними и средой. Все это — предмет особого изложения и, как мы полагаем, должно завершать публикацию данных по отдельным элементам экосистемы. А в качестве таковой мы рассматриваем весь комплекс.

Сейчас достаточно отметить, что общие характеристики каждого из разобранных фитоценозов вполне соответствуют тому описанию ассоциаций, которое приведено в разделе 2 настоящей статьи.

И. В. ПАНКРАТОВА, Н. Н. РОМАНОВА,
Л. А. КУЗНЕЦОВ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКОКЛИМАТА БИЮРГУНОВО-СЕРОПОЛЫННОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

Микроклиматология тесно смыкается с экологией, что особенно четко проявляется в рамках концепции экосистемы — биогеоценоза, когда климатические характеристики атмосферы и почвы становятся элементом исследования этих природных макросистем [104, 79, 109]. Несмотря на это в экологической литературе нередко используются лишь самые

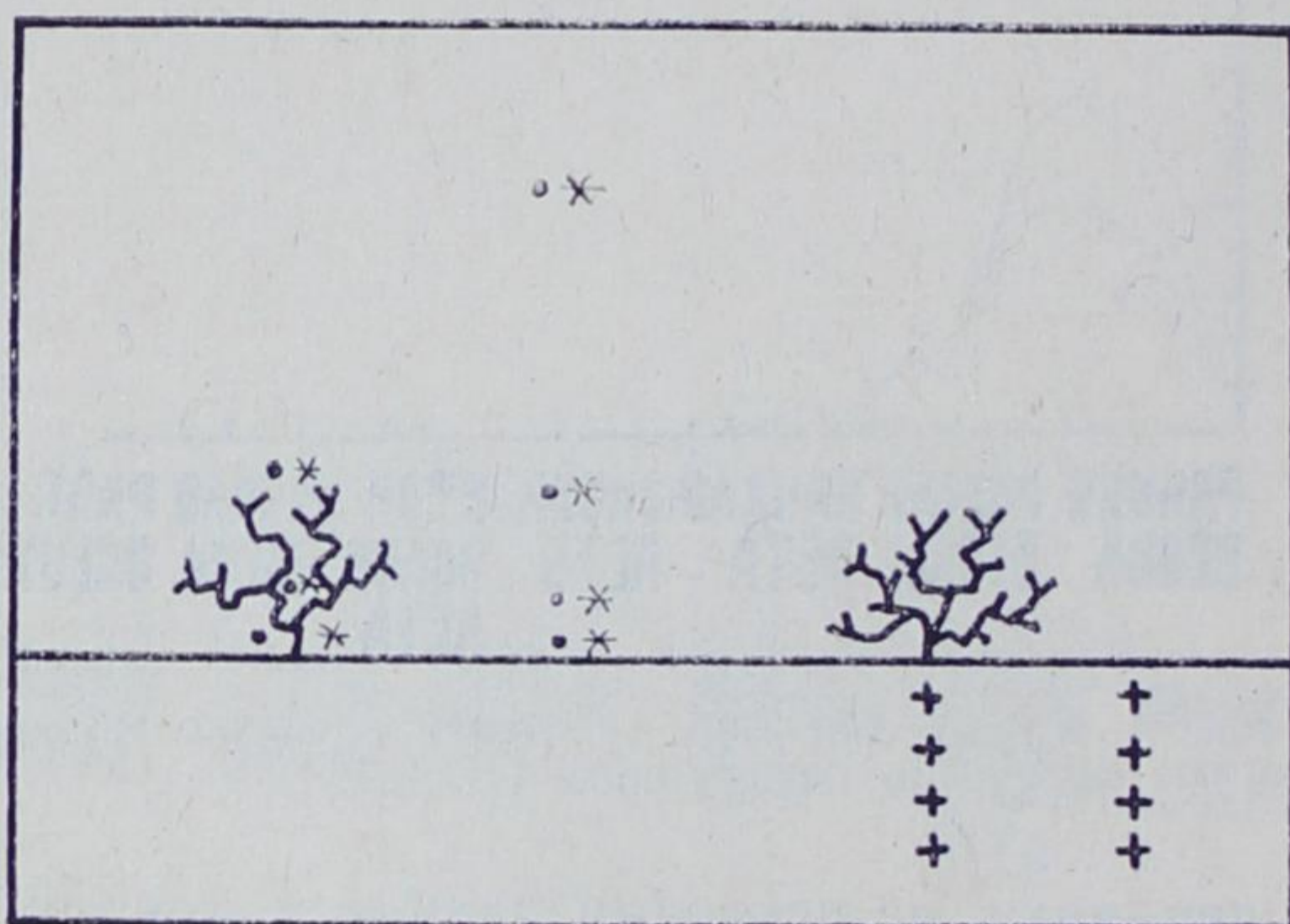


Рис. 1. Схема расположения точек градиентных измерений прямодействующих экологических факторов в экосистеме

Условные обозначения:
° температура воздуха; * относительная влажность воздуха; + температура почвы

общие характеристики, получаемые метеорологическими станциями. На этой проблеме мы уже имели случай остановиться и обосновать важнейшие понятия [56]. В предлагаемой статье мы останавливаемся на характеристике важнейших параметров экоклимата (данные 1973—1975 гг.).

При изучении экоклимата нами проводились дифференцированные градиентные наблюдения за основными параметрами прямодействующих факторов. Схема наблюдений приведена на рис. 1.

Использовались: термометры срочные ТМ-3, ТМ-4; максимальные ТМ-1, минимальные ТМ-2, термометры-пращи

ТМ-8, электротермометр транзисторный ТЭТ-2 (измерение температуры воздуха и поверхности почвы), савиновские термометры ТМ-5 и почвенный точечный электротермометр ПТЭТ-62 (измерение температуры почвы); психрометр Ассмана МВ-4М и электропсихрометр горизонтальный ЭПГ-70 (измерение влажности воздуха); ручные чашечные анемометры МС-13 (измерение скорости ветра); люксметры Ю-16 (измерение освещенности). Дополнительно каждая из площадок была оснащена недельными и суточными (в дни наблюдений) термографами М-16С, М-16Н и гигрографами М-21С, М-21Н, которые устанавливались на почве. Они использовались как контрольные и корректировочные приборы, поскольку обладают многими недостатками в отношении к экологическим исследованиям (98).

Пырейный серополынный [I—I]

Начало лета

1. Режим температуры воздуха

В начале лета общий ход температуры воздуха характеризуется плавностью подъема и спада, выравненностью максимальных температур, минимальным отличием показателей разных уровней измерения ночью и максимальным отличием днем. Чем выше уровень, тем различия температур в растении и между растениями меньше.¹ Наибольшая амплитуда колебаний температуры воздуха наблюдается днем между кустами, в растении эти колебания сглаживаются.

2. Режим относительной влажности воздуха

Относительная влажность воздуха в начале лета также характеризуется плавным ходом в течение суток. Максимум приходится на 14—16 часов. Утром относительная влажность выше на 19—22%, чем вечером. Показатели разных уровней измерения сближены во всякое время суток. Влажность в растении и между растениями почти не отличается.

Знойное лето

1. Режим температуры воздуха

В течение суток на всех уровнях температура воздуха изменяется плавно. Повышение начинается с 6 часов, к 12—

¹ Графические материалы по площадкам 1 и 3 здесь и далее не приводятся, поскольку общий ход изменений метеоэлементов сходен с таковым на площадках 2 и 4.

14 часам она достигает максимального подъема, затем постепенно снижается к 22 часам, с 22 часов температура держится приблизительно на одном уровне в течение ночи. Наибольшие колебания температуры воздуха наблюдаются в дневное время, в это же время отмечено наибольшее отличие между температурами на высоте 150 см и на поверхности почвы. Ночью колебания незначительны и равны 2,0—2,5°. Наиболее высокая температура воздуха наблюдается на почве между растениями (45°), а чем выше уровень ее измерения от поверхности почвы, тем она меньше. Днем наибольшее отличие температуры в растении от температуры между растениями наблюдается на поверхности почвы: между растениями на 7,0° выше, чем внутри растения.

На уровне средней части растения отличия показателей температуры воздуха внутри и между растениями составляют 3,0—3,5°, еще меньше эта разница на высоте растения (0,5—1,0°). Наиболее плавно изменяется температура воздуха на высоте 150 см.

2. Режим относительной влажности воздуха

Относительная влажность воздуха в течение суток изменяется равномерно. Наиболее всего различаются ее показатели днем. Например, показатели влажности воздуха на поверхности почвы в растении отличаются от показателей в средней части растения на 5—6%, а разность относительной влажности воздуха на высоте 150 см и на поверхности почвы между растениями составляет 15—17%. Максимум наблюдается в 6 часов и в 22 часа и равен 80—85%. Отличаются также показатели относительной влажности воздуха одного уровня измерения в растении и между растениями. Различия эти тем меньше, чем выше уровень измерения. Так, например, разность между показателями на поверхности почвы, между кустами и в растении равна 8—9%, на уровне средней части растения эта разность составляет 5—6%, а на высоте растения — 3—4%. Наиболее высокая относительная влажность воздуха наблюдается в 6 часов, а отличаться друг от друга показатели начинают с 8 часов.

Вторая половина лета

1. Режим температуры воздуха

Повышение температуры начинается с 6 часов, максимума она достигает к 14 часам, когда отличие между показателями температуры на 150 см и на поверхности почвы между кустами составляет 10%. Чем выше уровень измерения, тем

Меньше различаются показатели температуры в растении и между растениями. Например, разность между температурой воздуха на поверхности почвы между кустами и в растении составляет 4° , на уровне высоты растения $0,5^{\circ}$. Это можно объяснить тем, что воздушные потоки в какой-то степени задерживаются растением, в то время как между растениями воздушные массы перемещаются свободно. Температурные показатели разных уровней измерения сближаются в утренние (6—8) и в вечерние часы (20—22). В ночное время амплитуда колебаний температуры воздуха на всех уровнях измерения значительно меньше, чем днем, и составляет $3—4^{\circ}$.

2. Режим относительной влажности воздуха

Во второй половине лета относительная влажность воздуха в течение суток изменяется неравномерно: нет, например, ярко выраженного минимума в дневное время, не выражен четко подъем во второй половине дня. И все-таки в дневное время показатели относительной влажности воздуха расходятся больше, чем в ночное. Днем разность показателей на высоте 150 см и у поверхности почвы между растениями равна 10%, а ночью — 5—6%. Максимальное сближение показателей относительной влажности воздуха отмечено в утренние (6—8) и в вечерние часы (18—20). Влажность воздуха снижается с 6 часов, а с 20 часов почти не изменяется. Чем выше уровень измерения, тем меньше отличия относительной влажности воздуха между растениями и в растении.

Н а ч а л о о с е н и

1. Режим температуры воздуха

В начале осени температура воздуха в течение суток изменяется равномерно. Подъем ее начинается с 6 часов, максимально температура воздуха поднимается к 14 часам, а затем довольно резко снижается. Различия температурных показателей разных уровней в дневное и ночное время незначительны. Меньше всего отличаются друг от друга показатели в утренние и вечерние часы (8—10 и 16—20). В это время показания разных уровней измерения отличаются на $1,1—0,3^{\circ}$. Днем температура воздуха на почве выше, чем на высоте 150 см, на $5—6^{\circ}$.

Показатели температуры воздуха на уровне средней части растения и над растением во время максимального подъема температуры совпадают. Чем выше уровень измерения, тем ниже температура воздуха и тем меньше различия темпера-

туры в растении и между растениями. В течение суток наиболее плавно изменяется температура воздуха на высоте 150 см, а наиболее резко — на почве между растениями.

2. Режим относительной влажности воздуха

В течение суток относительная влажность воздуха изменяется равномерно. Понижается она с 6—8 часов, к 12 часам достигает минимального уровня. Падение ее очень резкое (с 90—95 до 38—46%). Подъем также происходит резко, и уже к 14 часам на разных уровнях измерения она повышается на 12—14%. Показатели разных уровней в течение суток отличаются между собой незначительно, в пределах 5—7%. Практически не отличаются показатели относительной влажности воздуха в растении и между растениями.

Серополынный [1—2]

Начало лета

1. Режим температуры воздуха

Суточный ход температуры воздуха плавен. Подъем начинается с 4—6 часов, максимум приходится на 14—16 часов. В это время показатели температуры воздуха значительно отличаются друг от друга. Наибольшие колебания происходят на уровне почвы; чем выше уровень измерения, тем больше они сглаживаются; чем ниже уровень, тем больше отличия температур воздуха разных уровней измерения (рис. 2).

2. Режим относительной влажности воздуха

Динамика относительной влажности воздуха в течение суток характеризуется плавным ходом. Снижение ее начинается с 6 часов, к 14—16 часам влажность достигает минимума. Утром относительная влажность воздуха выше, чем вечером, на 19—22%. Почти не отличаются друг от друга показатели в растении и между растениями на разных уровнях измерения (рис. 3).

Знойное лето

1. Режим температуры воздуха

Температура воздуха в течение суток изменяется равномерно. Повышение начинается в 6 часов, максимального уровня она достигает в 12 часов, затем постепенно снижается. В ночное время показатели температуры сильно сближаются, в дневное время — максимально отличаются. Чем ниже уровень измерения, тем выше температура и больше амплитуда

ее колебания, тем больше расхождение температур воздуха между растениями и в растении. Например, температура поверхности почвы между растениями отличается от темпера-

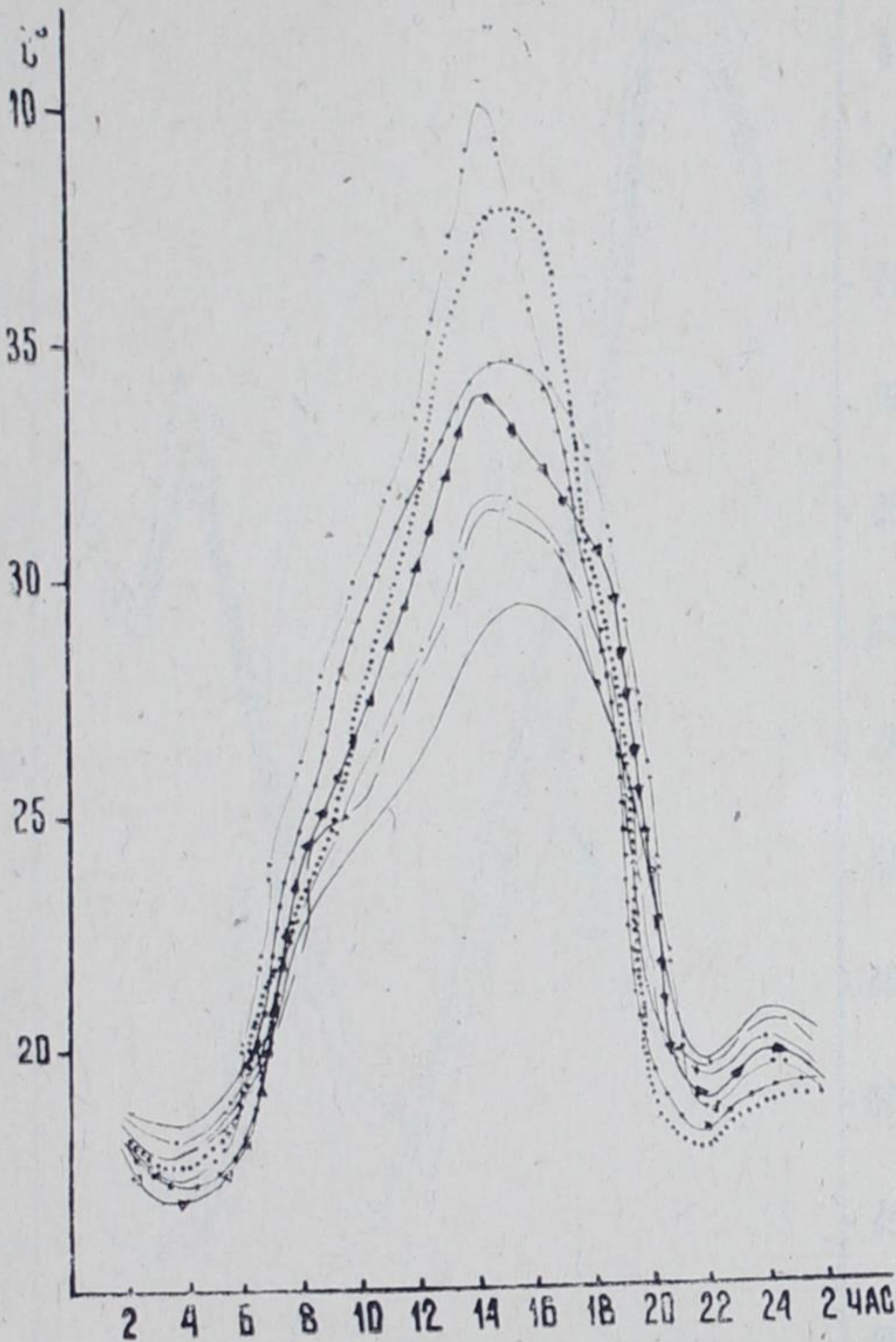


Рис. 2. Суточный ход температуры воздуха в начале лета в серополынке (1—2)

Условные обозначения:

1. ——— 150 см; 2. — · — · — над растением; 3. — — — между растениями на уровне высоты куста;

4. ———▲——▲—— в средней части куста;

5. ····· между растениями на уровне средней части куста; 6. ———●——●—— на почве

под растением; 7. — · · — · · — на почве между растениями.

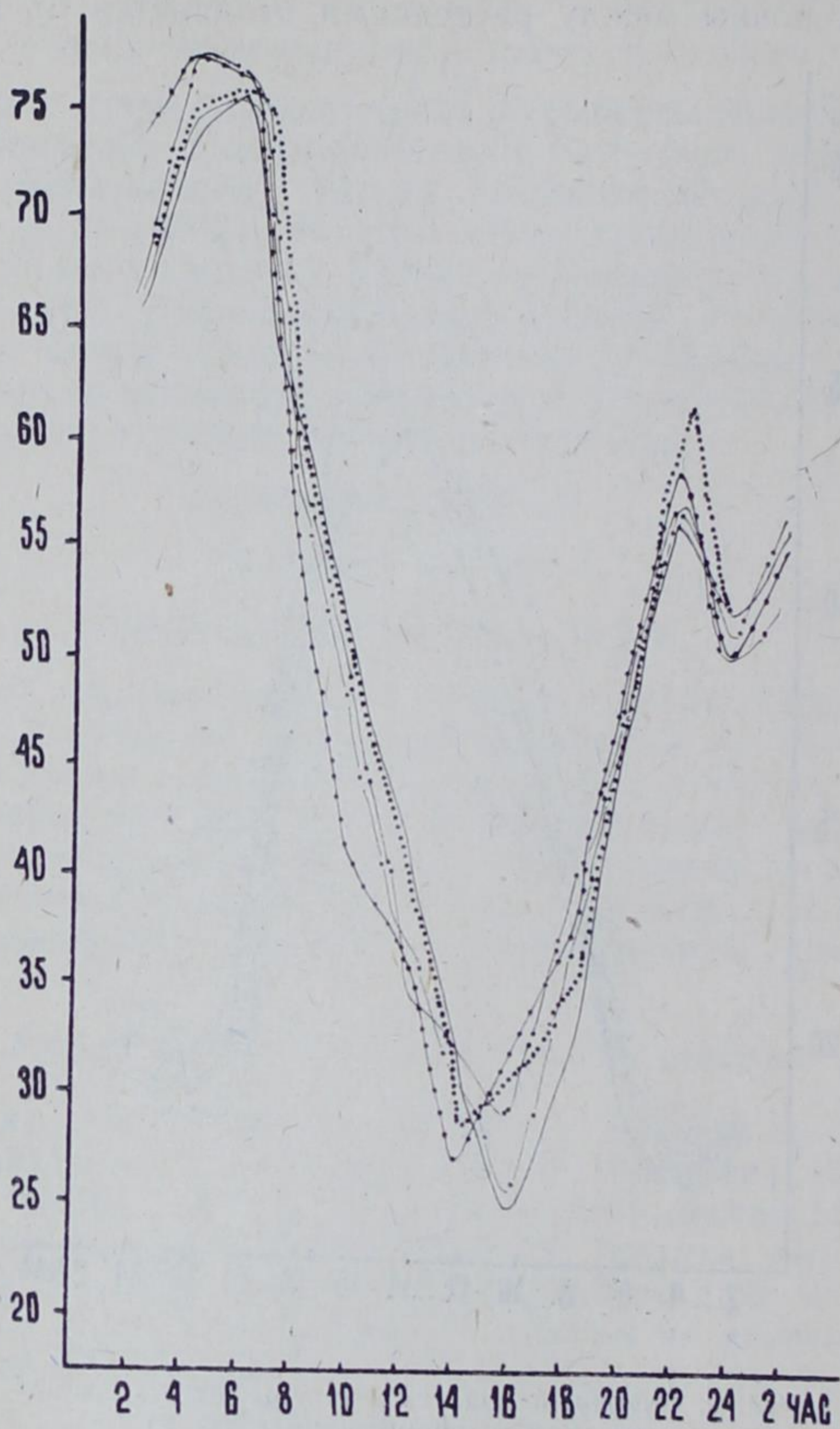


Рис. 3. Суточный ход относительной влажности воздуха в начале лета в серополынке (I—2)

Условные обозначения см. рис. 2

туры в растении на 2° , в средней части растения — на 1° , а на уровне высоты растения практически никакого различия температур нет. Максимальные температуры воздуха в ра-

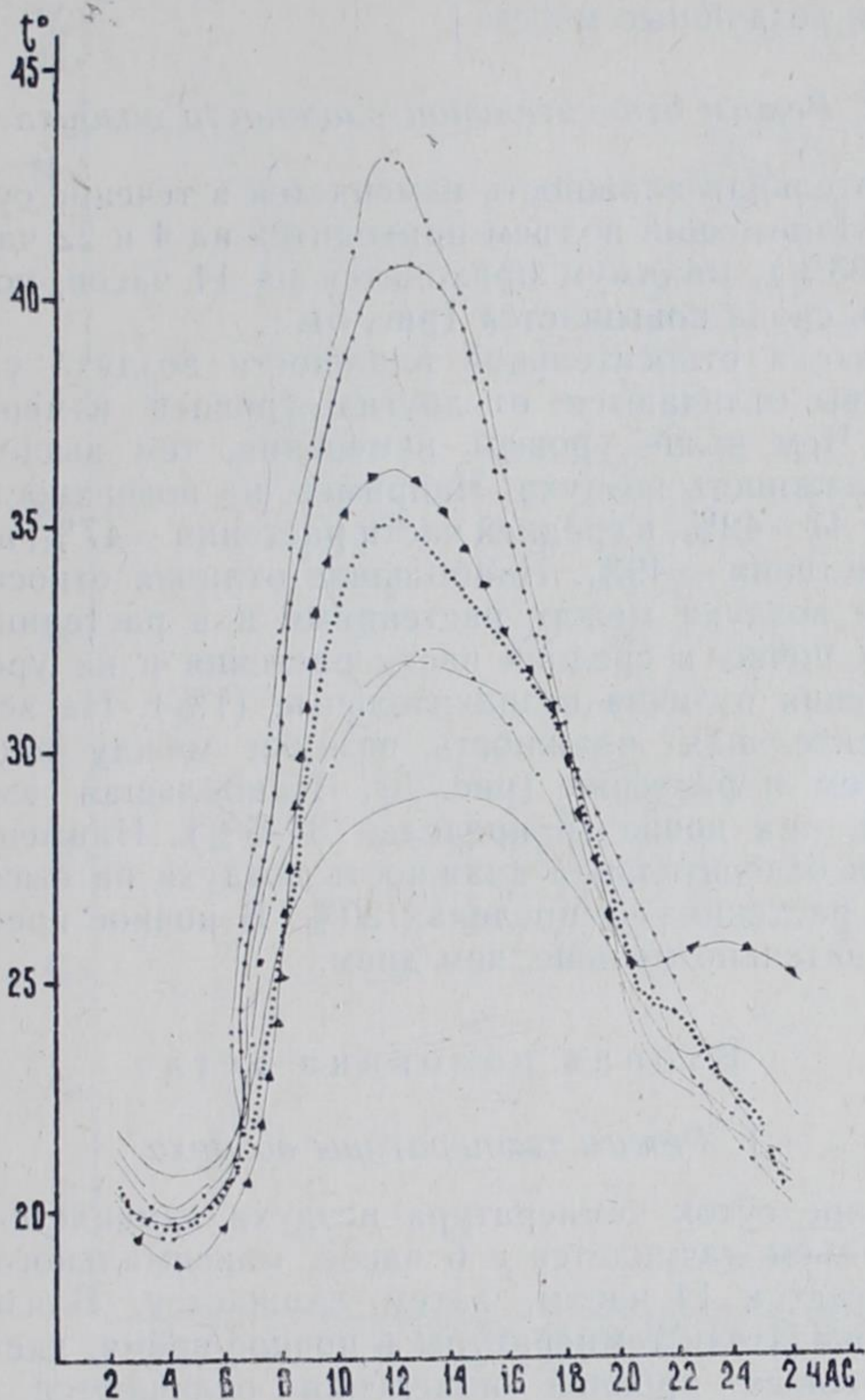


Рис. 4. Суточный ход температуры воздуха в знойное лето в серополыльнике (1—2)

Условные обозначения см. рис. 2

стении, измеренные на разных уровнях, отличаются меньше друг от друга, чем между растениями. Например, разность температур воздуха в средней части растения и на поверхности почвы внутри растения составляет 3° , а между растениями эта разность равна 9° . В средней части растения

температура воздуха выше, чем между растениями, а на почве наоборот: в растении температура ниже, чем между растениями (рис. 4). Такое отличие температур связано со способностью даже незначительного по размерам куста задерживать воздушные массы.

2. Режим относительной влажности воздуха

Относительная влажность изменяется в течение суток равномерно. Наивысший подъем приходится на 4 и 22 часа (80—85 и 78—83%), минимум приходится на 14 часов, после чего влажность снова повышается (рис. 5).

Показатели относительной влажности воздуха у поверхности почвы отличаются от других уровней измерения на 10—12%. Чем выше уровень измерения, тем выше относительная влажность воздуха. Например, на поверхности почвы она равна 41—42%, в средней части растения — 47%, на уровне высоты растения — 49%. Наибольшие отличия относительной влажности воздуха между растениями и в растении наблюдаются на почве, в средней части растения и на уровне высоты растения отличия незначительные (1%). На всех уровнях относительная влажность воздуха между растениями больше, чем в растении (рис. 5). Наибольшая амплитуда колебаний — на почве (в пределах 3—5%). Наименее всего колеблется относительная влажность воздуха на высоте средней части растения — в пределах 20%. В ночное время колебания значительно меньше, чем днем.

Вторая половина лета

1. Режим температуры воздуха

В течение суток температура воздуха изменяется равномерно. Подъем начинается с 6 часов, максимального уровня она достигает к 14 часам, затем снижается. Близки друг к другу показатели температуры в ночное время, днем температуры разных уровней измерения отличаются гораздо больше, чем ночью. Температура воздуха у поверхности почвы имеет наибольшую амплитуду колебания в пределах 4°; чем выше уровень ее измерения, тем более плавны ее изменения. Отличия температуры днем на разных уровнях небольшие. Например, температура воздуха, измеренная в средней части растения, отличается от температуры на уровне высоты растения на 2°. Температуры, измеренные между растениями, на уровне средней части кустов и на высоте кустов, очень близки к температурам воздуха в растениях на тех же уровнях. Лишь на поверхности почвы температура воздуха между

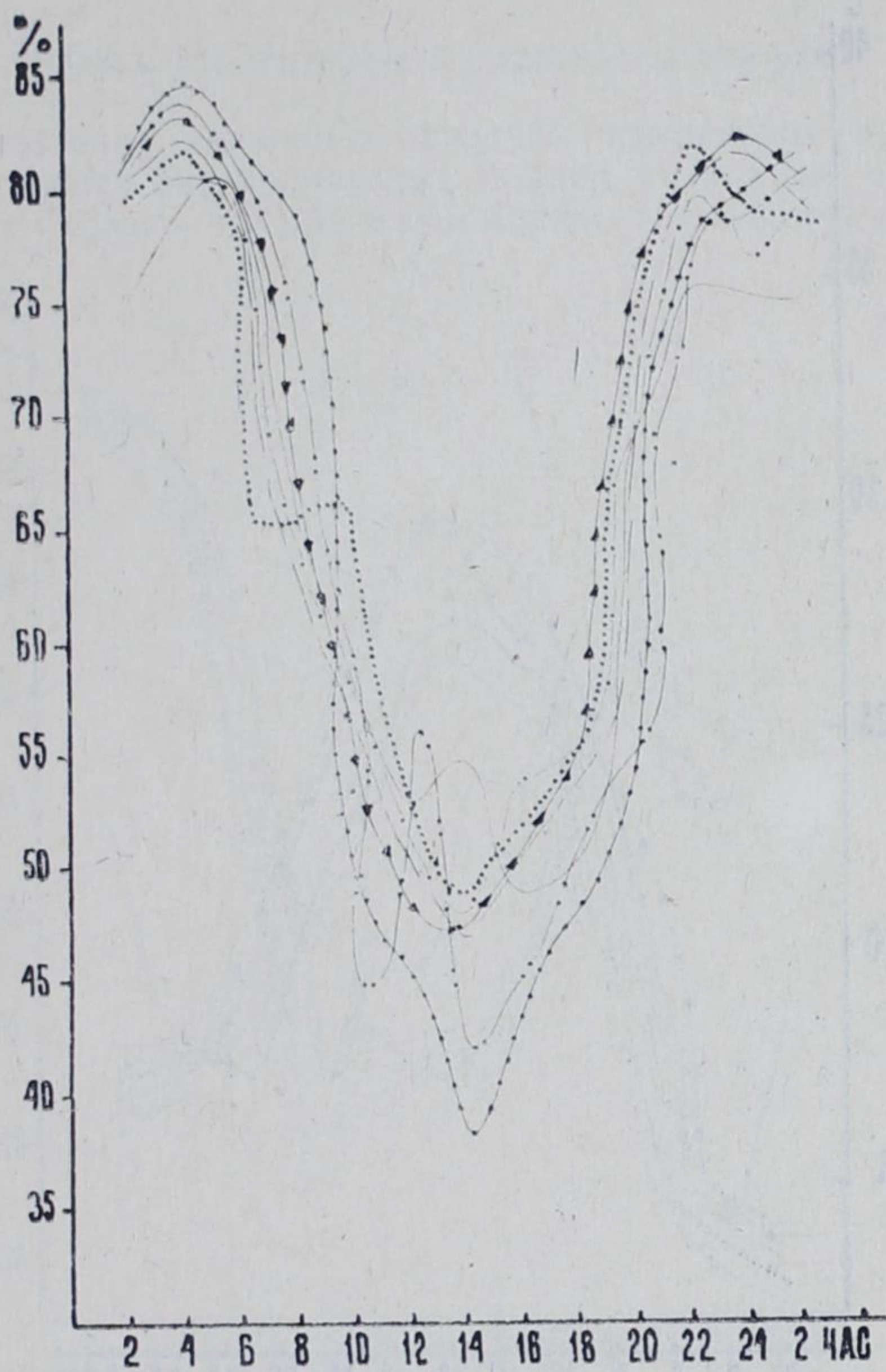


Рис. 5. Суточный ход относительной влажности воздуха в знойное лето в серопопыннике (I—2)

Условные обозначения см рис. 2

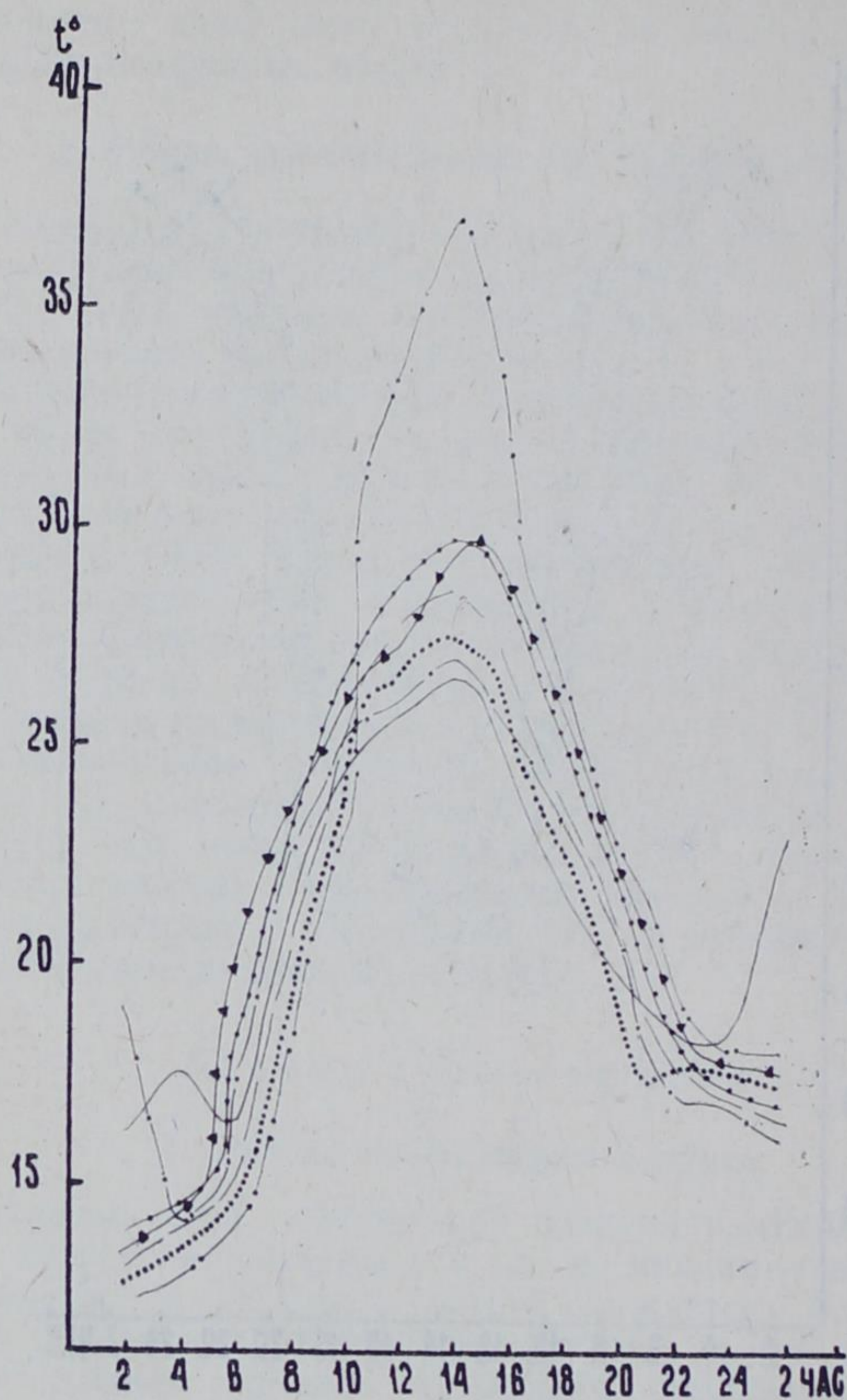


Рис. 6. Суточный ход температуры воздуха во второй половине лета в серополыннике (1—2)

Условные обозначения см. рис. 2

растениями на 7° выше, чем внутри растений (рис. 6). Температура воздуха в кустах на почве близка к температуре воздуха на уровне средней части растения.

2. Режим относительной влажности воздуха

Относительная влажность воздуха изменяется неравномерно; в течение дня происходит то спад, то подъем, но в целом можно сказать, что она максимально повышается в 4 часа

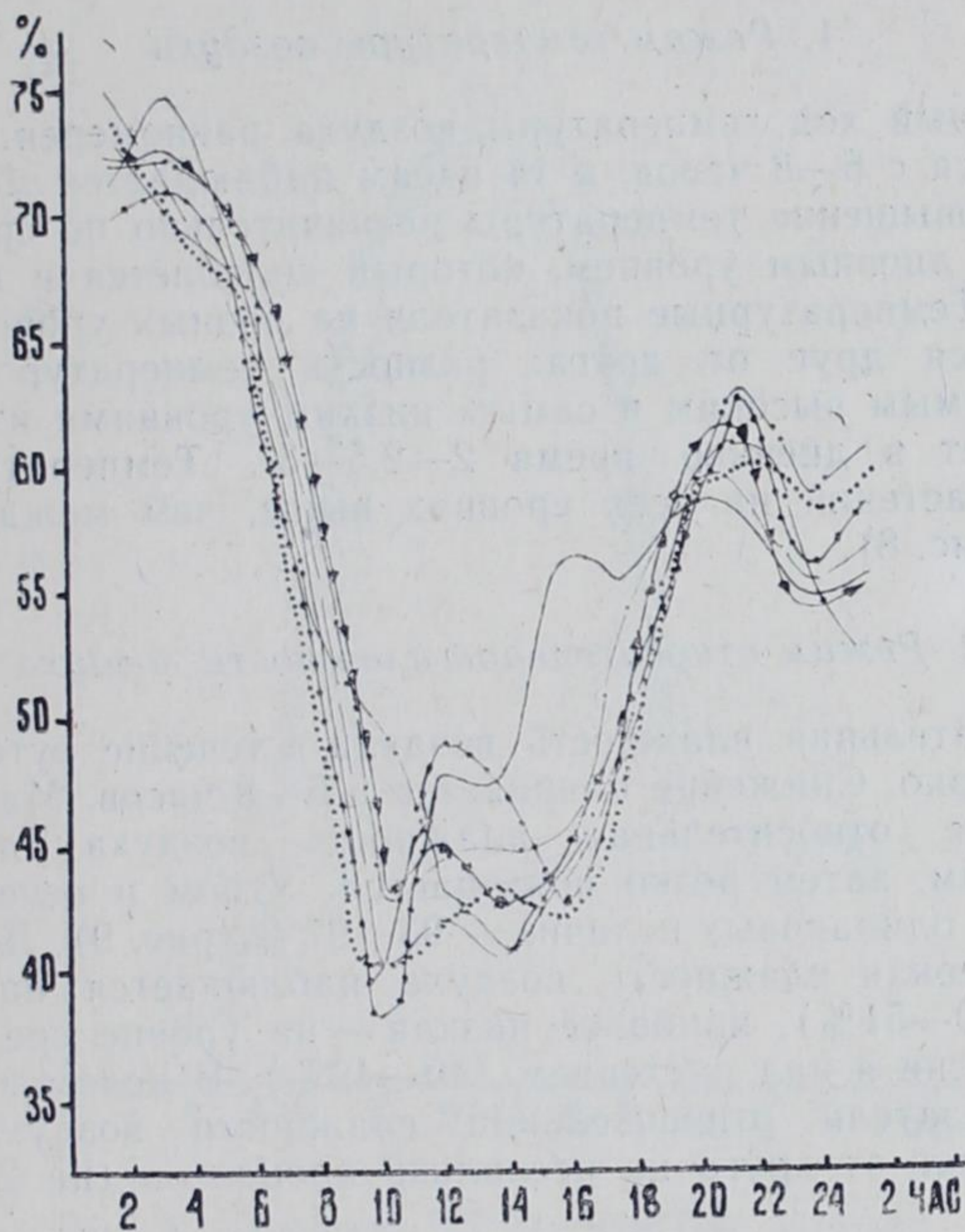


Рис. 7. Суточный ход относительной влажности воздуха во второй половине лета в серополыльнике (1—2)

Условные обозначения см. рис. 2

(достигает $69\text{—}73\%$) и в 22 часа (достигает $56\text{—}66\%$), спад начинается с 6 часов. Наибольшее отличие показателей относительной влажности воздуха наблюдается в дневное время, наибольшее сближение в 6 и в 20 часов (рис. 7). Время максимального понижения влажности выделить трудно; в среднем

минимальный уровень на всех уровнях измерения колеблется в пределах 40—48%. Изменение относительной влажности воздуха на уровне высоты растения и на уровне средней части растения происходит в одинаковых пределах (40—45%). Наибольшая амплитуда колебаний наблюдается на высоте 150 см, наименьшая — на уровне средней части растения и на высоте растения — 8 и 2%.

Начало осени

1. Режим температуры воздуха

Суточный ход температуры воздуха равномерен. Подъем начинается с 6—8 часов, к 14 часам наблюдается максимум, но это повышение температуры незначительно по сравнению с общим дневным уровнем, который колеблется в пределах 15—17°. Температурные показатели на разных уровнях мало отличаются друг от друга: разность температур воздуха между самым высоким и самым низким уровнями измерения составляет в дневное время 2—2,5—3°. Температура воздуха в растении на всех уровнях выше, чем между растениями (рис. 8).

2. Режим относительной влажности воздуха

Относительная влажность воздуха в течение суток изменяется резко. Снижение начинается с 6—8 часов. Максимум понижения относительная влажность воздуха достигает к 12 часам, затем резко повышается. Утром и вечером она достигает одинаковых величин — 93—97% (рис. 9). Днем наиболее высокая влажность воздуха наблюдается на уровне почвы (50—51%), наиболее низкая — на уровне средней части растения и над растением (40—42%). В целом в течение дня показатели относительной влажности воздуха отличаются друг от друга на несколько процентов (на 2—5).

Серополынный бюргунник [1—3]

Начало лета

1. Режим температуры воздуха

Температура воздуха в течение суток изменяется равномерно. Подъем начинается с 4—6 часов, максимум приходится на 14 часов. В это время показания температуры воздуха отличаются друг от друга: разность температур на уровне почвы и 150 см составляет 15—17°. Чем выше уровень

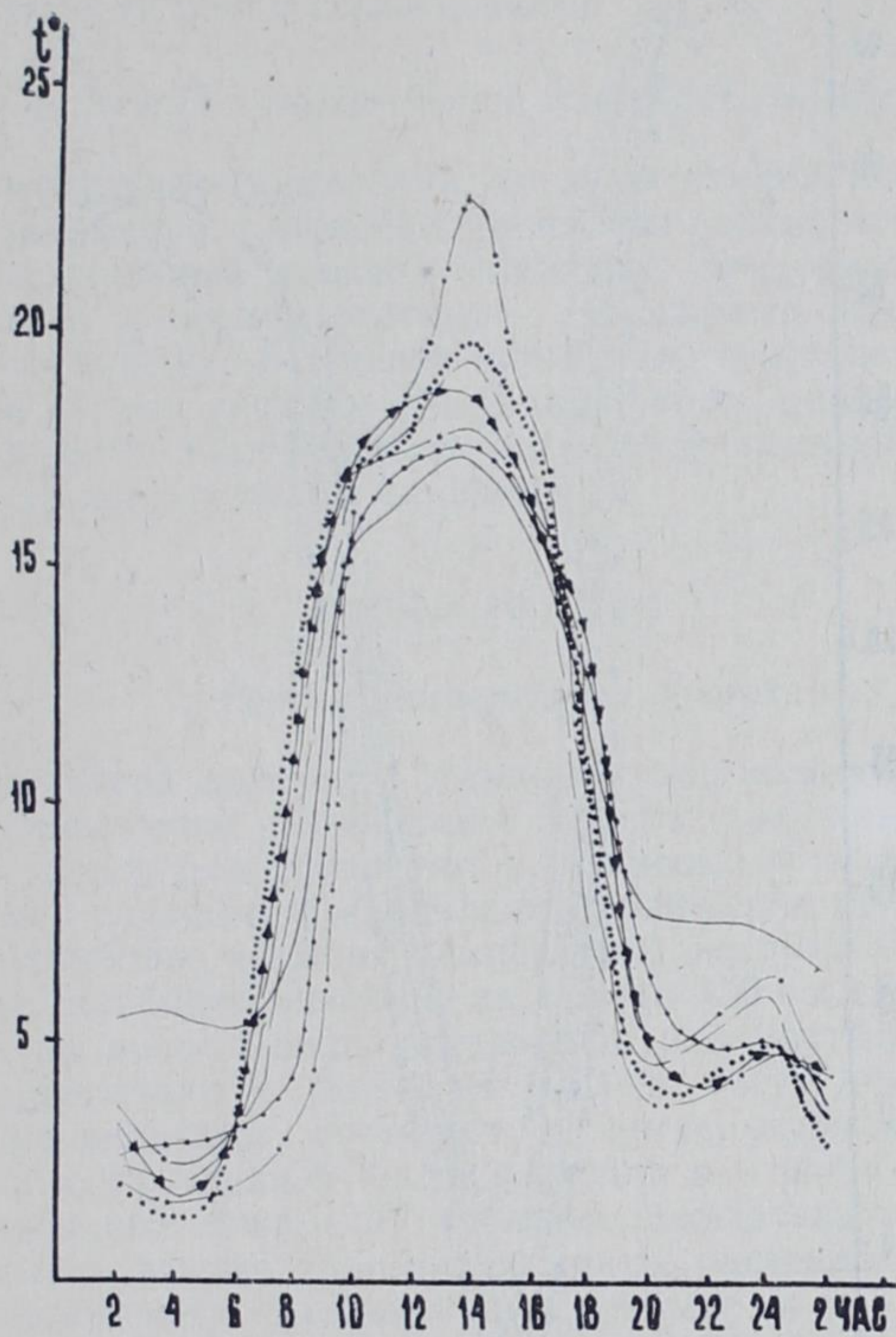


Рис. 8. Суточный ход температуры воздуха
 в начале осени в серополыннике (1—2)
 Условные обозначения см. рис. 2.

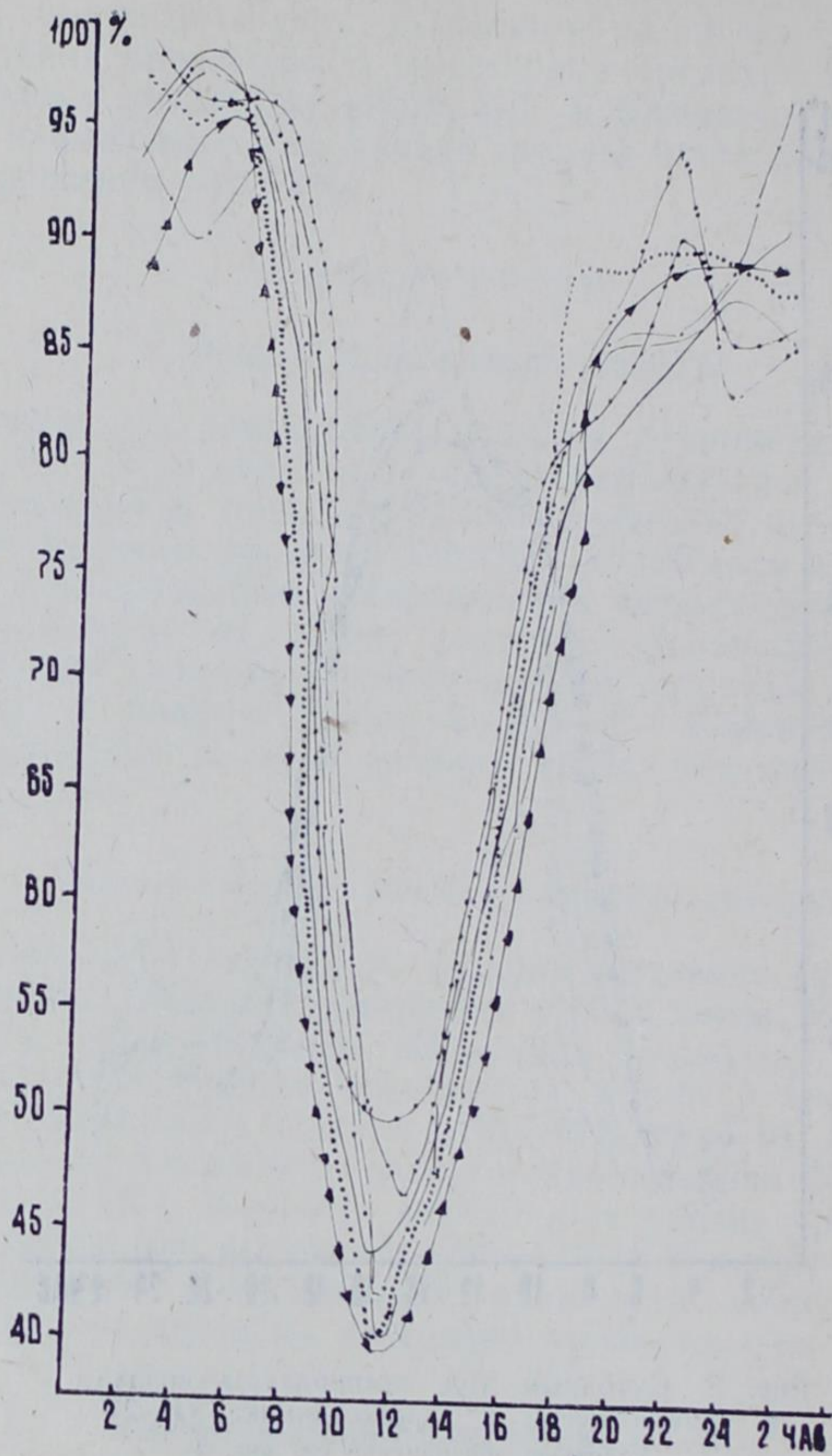


Рис. 9. Суточный ход относительной влажности воздуха в начале осени в серополынике (1—2)

Условные обозначения см. рис. 2

измерения, тем меньше амплитуда колебаний и отличия температуры воздуха в растении от температуры между растениями. На всех уровнях температура воздуха в растении выше, чем между растениями. Ночью колебания температуры на поверхности почвы сглаживаются.

2. Режим относительной влажности воздуха

Относительная влажность воздуха изменяется в течение суток равномерно. Снижение влажности начинается с 4—6 часов, максимальный уровень снижения приходится на 12—16 часов, т. е. период растянут. Показатели относительной влажности воздуха в течение суток мало отличаются друг от друга на разных уровнях. Показания утром и вечером составляют 70—80%. Колебания относительной влажности воздуха на всех уровнях в целом одинаковы.

Знойное лето

1. Режим температуры воздуха

Температура воздуха в течение суток изменяется равномерно. Повышение начинается с 6 часов утра, максимального отличия показатели достигают в 12 часов, затем температура постепенно снижается; наибольшее сближение показателей — ночью. Наиболее высокая температура воздуха наблюдается на почве, наиболее низкая — на высоте 150 см. Температуры воздуха на почве между растениями и в растении незначительно различаются (днем на $0,5^{\circ}$) и могут достигать 42° . Такой же величины достигает и температура воздуха на уровне высоты средней части растения и в растении. Между растениями она ниже — 38° . Сходные показатели температуры отмечены на высоте растения и между растениями, лишь во время наивысшего подъема они меньше в первом случае на $1,0—1,5^{\circ}$. Плавно изменяется температура воздуха на высоте 150 см, наиболее резко — на поверхности почвы.

2. Режим относительной влажности воздуха

Относительная влажность воздуха в течение суток изменяется в целом равномерно. Наибольший подъем утром в 6 часов (достигает 80—85%) и вечером в 22—24 часа (достигает 75—80%). Понижается относительная влажность воздуха с 6 часов, минимум наблюдается в 12—14 часов, затем влажность воздуха постепенно повышается. Наиболее низка она на поверхности почвы в растении днем и достигает 45%. Чем

Выше уровень измерения, тем относительная влажность воздуха выше, наиболее высока она на высоте 150 см и равна 53%. Наибольшая амплитуда колебаний показателей относительной влажности воздуха наблюдается в средней части растения (в пределах 3% в дневное время). В растении относительная влажность воздуха немного ниже, чем между растениями на всех уровнях, и колеблется в пределах 1—3%. Наибольшего сближения показатели относительной влажности воздуха достигают в 8 часов утра и в 20 часов вечера. Ночью показатели разных уровней несколько различаются, но значительно меньше, чем в дневное время.

Вторая половина лета

1. Режим температуры воздуха

Температура воздуха в течение суток изменяется равномерно. Она поднимается с 6 часов, максимального уровня достигает к 14 часам, после чего постепенно снижается. Ее показатели наиболее сближаются ночью. Самая высокая температура на поверхности почвы в растении (40°), наиболее низкая — на высоте 150 см.

Температуры воздуха между растениями и в растении и на уровне высоты растения очень близки друг к другу. Некоторые отличия наблюдаются на уровне высоты растений только в 12 час.

Существенно (на 5°) отличается лишь температура воздуха в растении на поверхности почвы от температуры между растениями. Температура воздуха на уровне средней части растения на 1° выше температуры, измеренной на высоте растения.

2. Режим относительной влажности воздуха

Относительная влажность воздуха изменяется в течение суток неравномерно, особенно в дневное время. Максимальное повышение относительной влажности воздуха наблюдается в 4 часа (70—73%) и в 22 часа (58—63%). Низкий уровень отмечен днем в 10—16 часов, он достигает 35—50%. Относительная влажность воздуха в средней части растения ниже, чем между растениями, на 2—5%. На других уровнях показатели между растениями и в растении близки и перекрывают друг друга.

Начало осени

1. Режим температуры воздуха

Изменение температуры воздуха в течение суток неравномерно. Суточный ход характеризуется многопиковостью, нет

четко выраженного подъема и понижения температуры. Наивысшая температура воздуха наблюдается в 14—16 часов. Чем ниже уровень измерения, тем выше температура воздуха и больше отличия между температурами воздуха в растении и между растениями. Температура воздуха в растении на почве днем выше, чем на том же уровне между растениями. В целом она на 7—10° больше, чем ночью.

2. Режим относительной влажности воздуха

Суточный ход относительной влажности воздуха неравномерен. В течение суток влажность несколько раз повышается и понижается. Наименьшая наблюдается в 14 часов. Относительная влажность воздуха утром на 20—25% выше, чем вечером. Наибольшая амплитуда колебаний наблюдается на почве, на высоте 150 см амплитуда уменьшается. Чем выше уровень измерения, тем выше относительная влажность воздуха. В растении она несколько ниже, чем между растениями.

Биюргунник [1—4]

Начало лета

1. Режим температуры воздуха

Температура воздуха изменяется в течение суток равномерно. Подъем начинается с 4—6 часов, к 12—14 часам достигает максимального уровня, затем снижается. Днем различия между показателями температуры разных уровней измерения больше, чем ночью. Колебания температуры воздуха тем больше, чем ниже уровень измерения. На всех уровнях температура воздуха в растении больше, чем между растениями.

2. Режим относительной влажности воздуха

Изменение относительной влажности воздуха в течение суток равномерно. Снижение начинается с 4 часов, минимум приходится на 12—16 часов, затем начинается резкий подъем. В течение суток различия показателей относительной влажности воздуха разных уровней незначительны, так как они сильно приближаются друг к другу (рис. 10). Утром и вечером относительная влажность воздуха 75—85%.

Знойное лето

1. Режим температуры воздуха

В течение суток на всех уровнях измерения температура воздуха изменяется равномерно. Повышение начинается

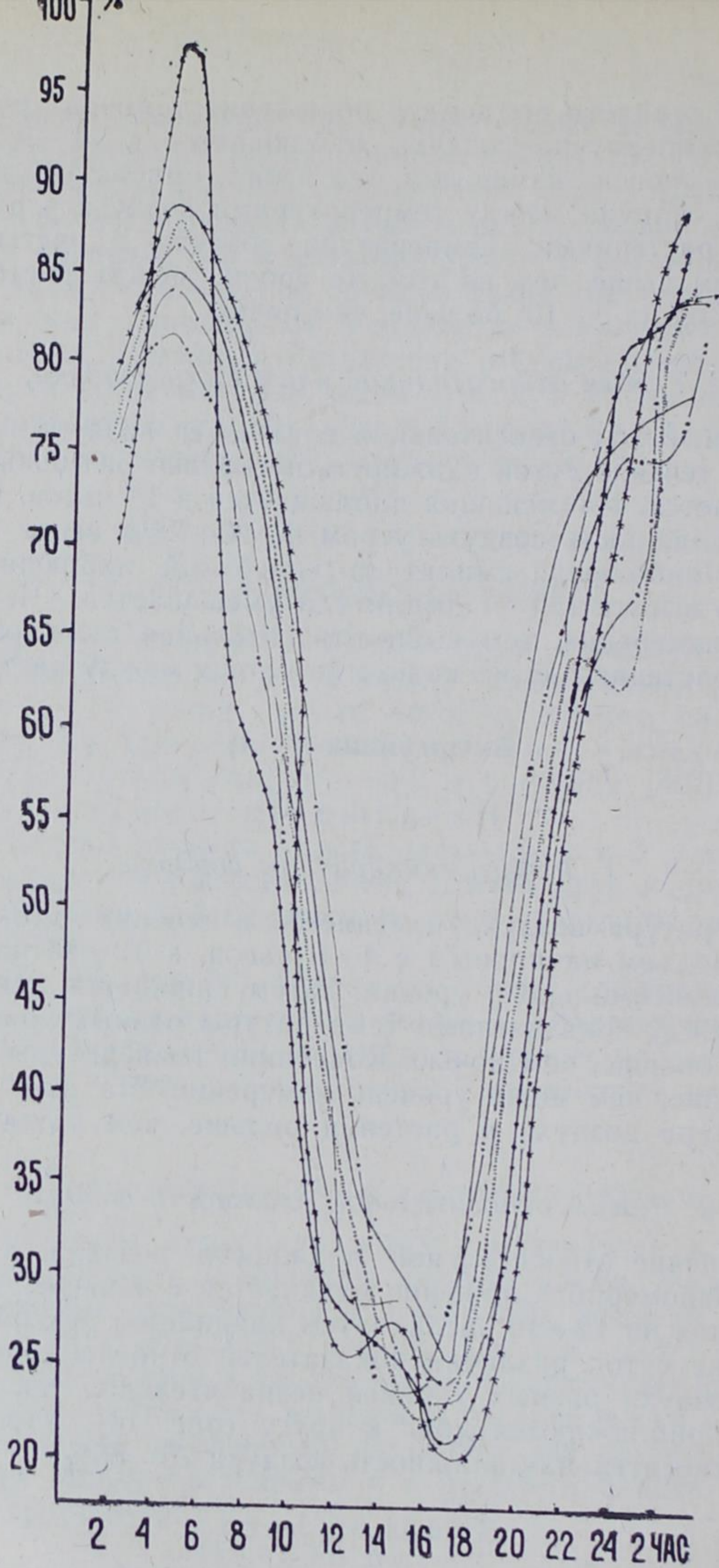


Рис. 10. Суточный ход относительной влажности воздуха в начале лета в биюргуннике (I—4)

Условные обозначения см. рис. 2

с 6 часов утра, максимального уровня она достигает к 12 часам, а затем постепенно снижается. Днем температуры максимально отличаются друг от друга, как по уровням измерения, так и по измерениям в растении и между растениями. Ночью же температуры воздуха разных уровней, на поверхности почвы и в растении приближаются друг к другу, порой сливаясь совсем. Например (рис. 11), отличие температуры воздуха на высоте 150 см от температуры воздуха, измеренной на почве и между растениями, составляет днем 13° , а ночью — 2° . Чем выше уровень измерения, тем температура воздуха между растениями меньше отличается от температуры внутри растения. Например, температура воздуха на поверхности почвы между кустами выше температуры воздуха на том же уровне в растении на 4° (днем), на уровне средней части растения — на 1° , а на уровне высоты растения — на $0,5^{\circ}$. Чем выше уровень измерения, тем меньше температура воздуха. Подъем температуры более резок, чем ее спад.

2. Режим относительной влажности воздуха

Изменение относительной влажности в течение суток менее равномерно, чем изменение температуры воздуха (рис. 12). Наибольший подъем относительной влажности воздуха наблюдается в утреннее время в 6 часов, несколько ниже — вечером. Наиболее низкого уровня она достигает в 12—14 часов. Показания влажности воздуха, полученные на разных уровнях между растениями, не резко ($3-4\%$) отличаются от показаний относительной влажности воздуха в растении (в дневное время); в ночное же время наибольшие показания относительной влажности воздуха между растениями и в растении наблюдаются на уровне средней части растения, наименьшие — на уровне высоты растения (на 1%).

Вторая половина лета

1. Режим температуры воздуха

Температура воздуха на всех уровнях во второй половине лета изменяется равномерно. Повышение начинается с 6 часов утра, максимально она достигает к 14 часам, затем довольно резко снижается. Наиболее плавно изменяется температура воздуха на высоте 150 см, наиболее резко — на поверхности почвы. Во второй половине лета днем между растениями она ниже, чем в растении, причем отличия довольно большие. Например, на поверхности почвы в растении температура выше, чем на том же уровне между растениями, на

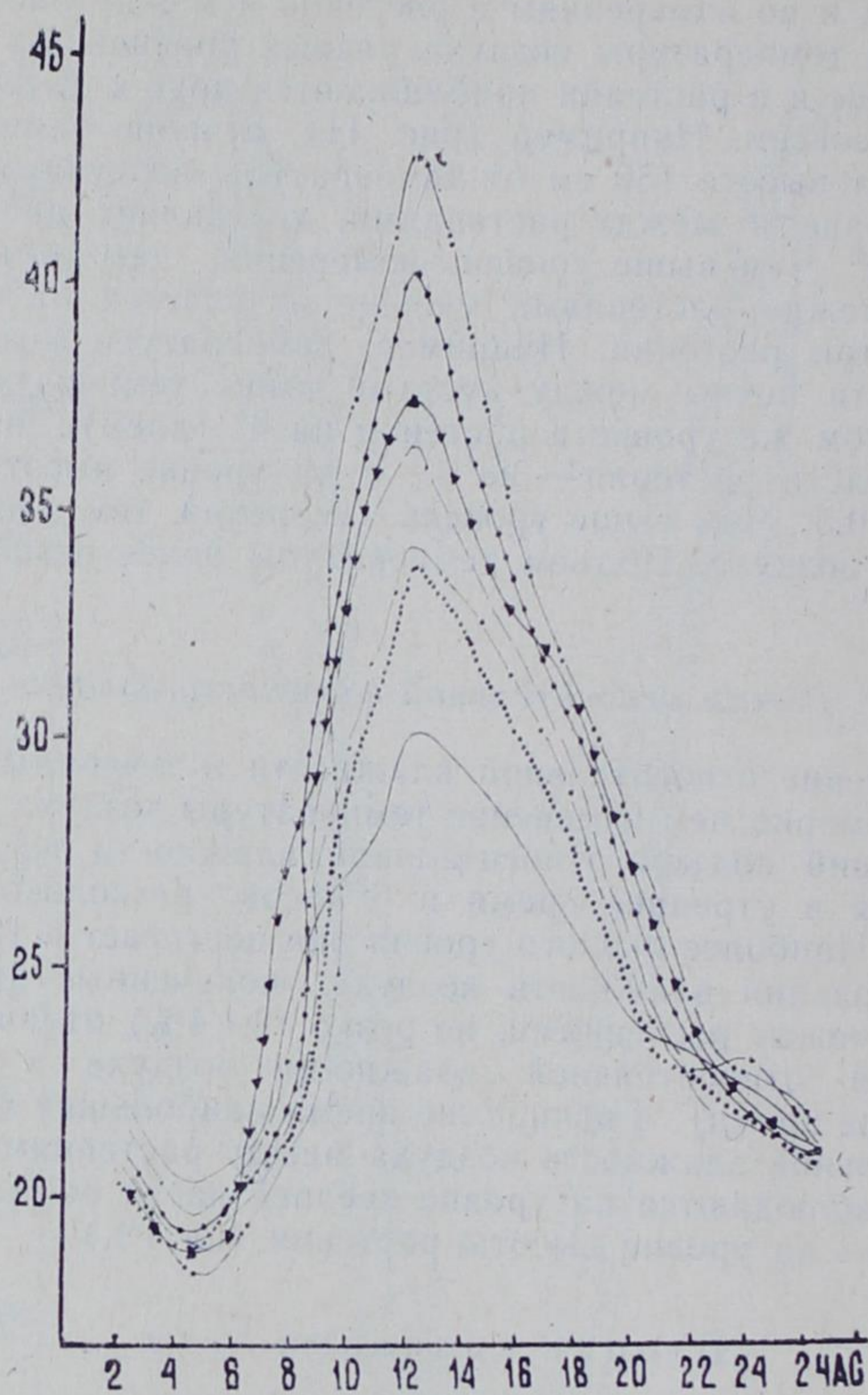


Рис. 11. Суточный ход температуры воздуха в знойное лето в биюргуннике (I—4)

Условные обозначения см. рис. 2

5,5°. На уровне средней части растения эта разность равна 2,3°. На уровне высоты растения над ним и вне его температуры воздуха почти не отличаются (рис. 13). В ночное

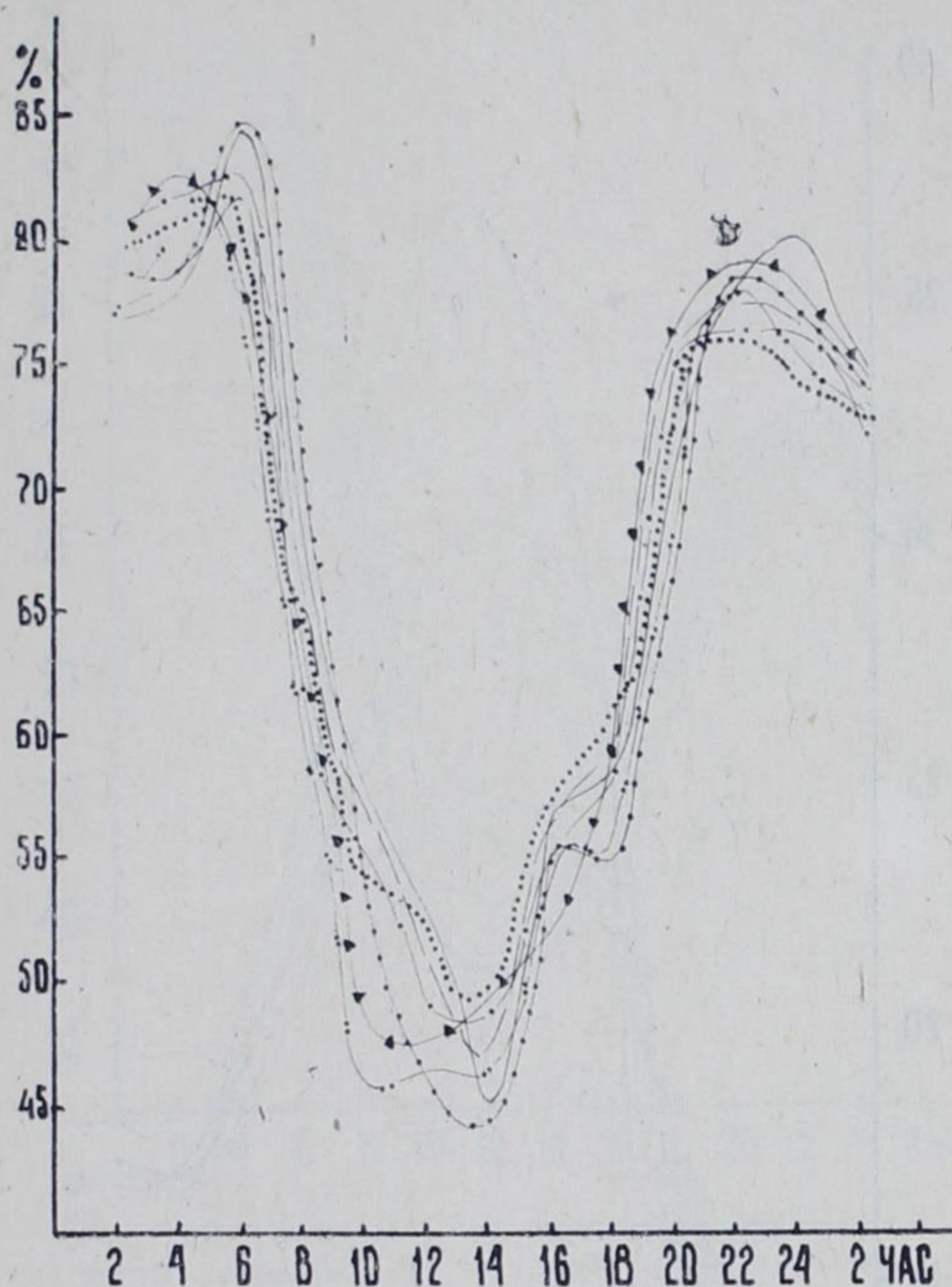


Рис. 12. Суточный ход относительной влажности воздуха в знойное лето в биюргуннике (1—4)

Условные обозначения см. рис. 2

время все показатели температуры сливаются. В среднем амплитуда колебаний всех температурных показателей днем составляет 0,2—1° (12—15 час.).

2. Режим относительной влажности воздуха

На протяжении суток во второй половине лета относительная влажность воздуха изменяется на всех уровнях измерения (исключая 150 см) равномерно. Понижение начинается

с 6 часов, резкого отличия показателей днем нет. Максимального понижения относительная влажность воздуха достигает в 12 часов, после чего плавно повышается. Наибольшее рас-

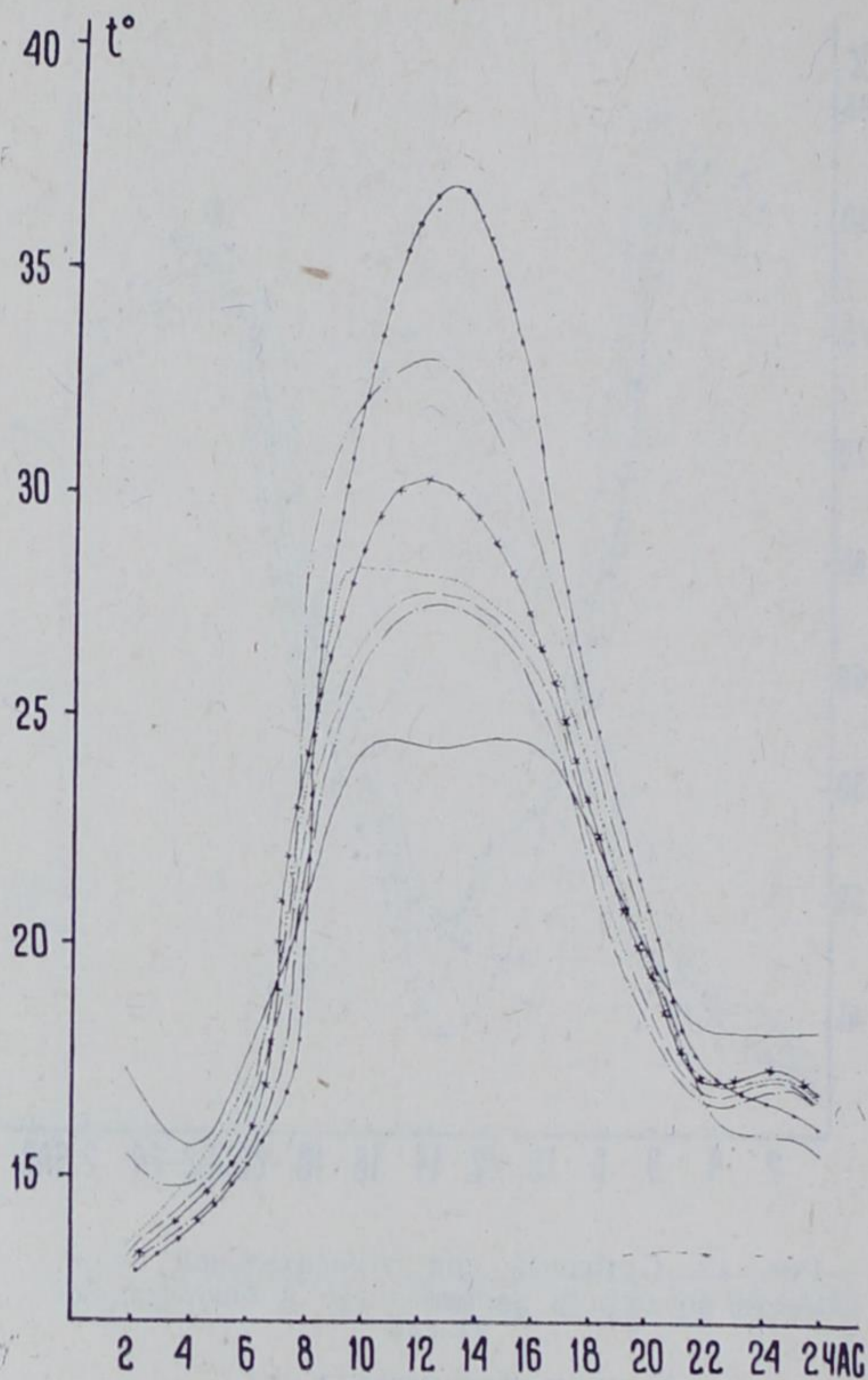


Рис. 13. Суточный ход температуры воздуха во второй половине лета в биургуннике (I—4)

Условные обозначения см. рис. 2

хождение влажности отмечено на поверхности почвы между растениями и в растении. На уровне средней части растения и на уровне высоты растения относительная влажность воздуха изменяется одинаково, т. е. днем (12—15 час.) ее различие на этих уровнях между растениями и в растении со-

ставляет 1—2%. Влажность воздуха днем в растении меньше, чем между растениями на уровне высоты растения и на уровне средней части растения. На поверхности почвы в ра-

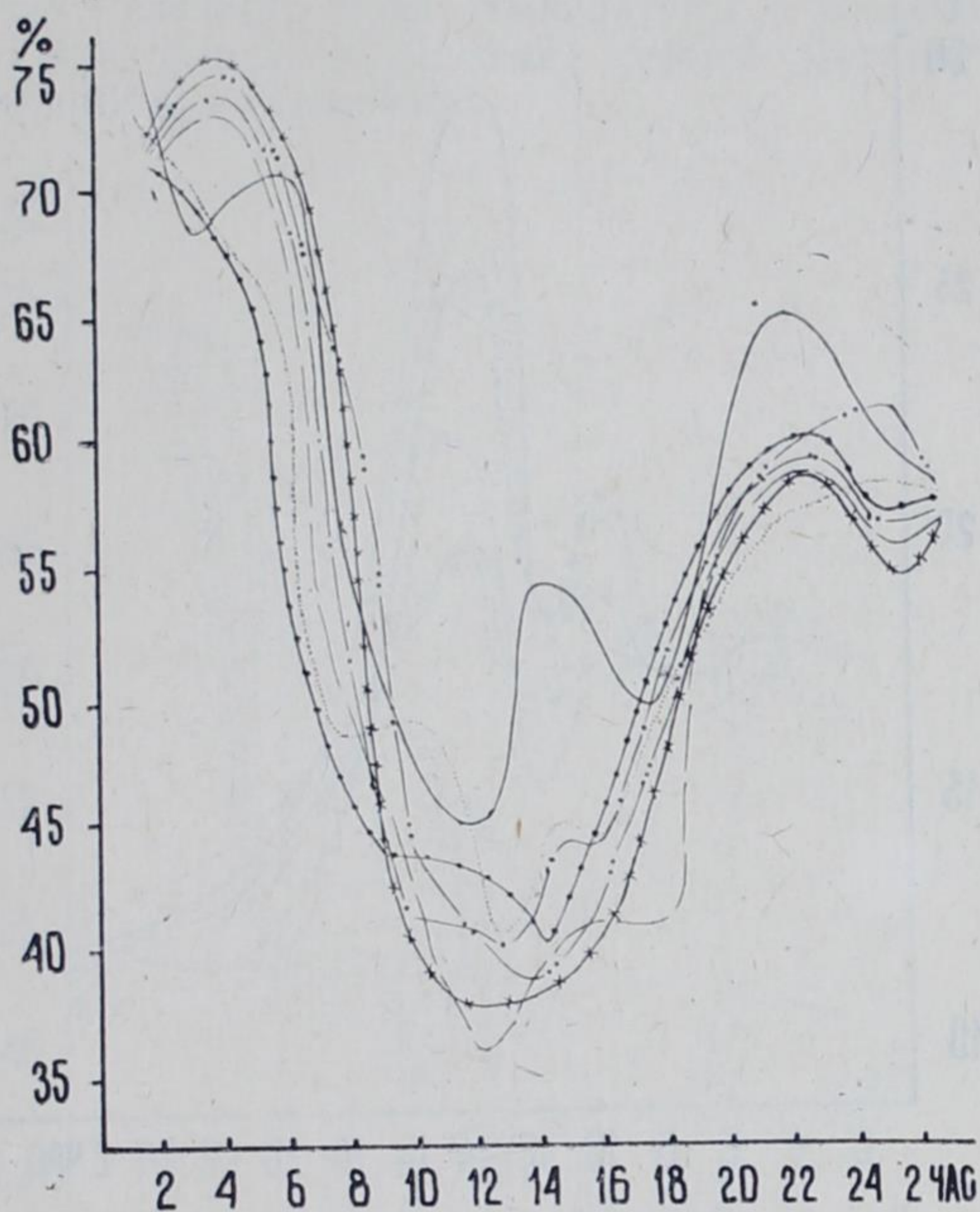


Рис. 14. Суточный ход относительной влажности воздуха во второй половине лета в биюргуннике (1—4)

Условные обозначения см. рис. 2

стении она выше (42—43%), чем между растениями (38—39%). Максимум относительная влажность воздуха достигает утром (в 4 час.) — 70—75% и вечером (в 22 часа) — 60—65% (рис. 14).

Н а ч а л о о с е н и

1. Режим температуры воздуха

Суточный ход температуры воздуха неравномерен. В целом она повышается с 12 часов, максимального уровня достигает к 14 часам и далее снижается. Наибольшую ампли-

туду колебаний имеет температура на уровне почвы: чем выше уровень измерения, тем более сглажены колебания температуры (рис. 15). Днем температура воздуха повышается

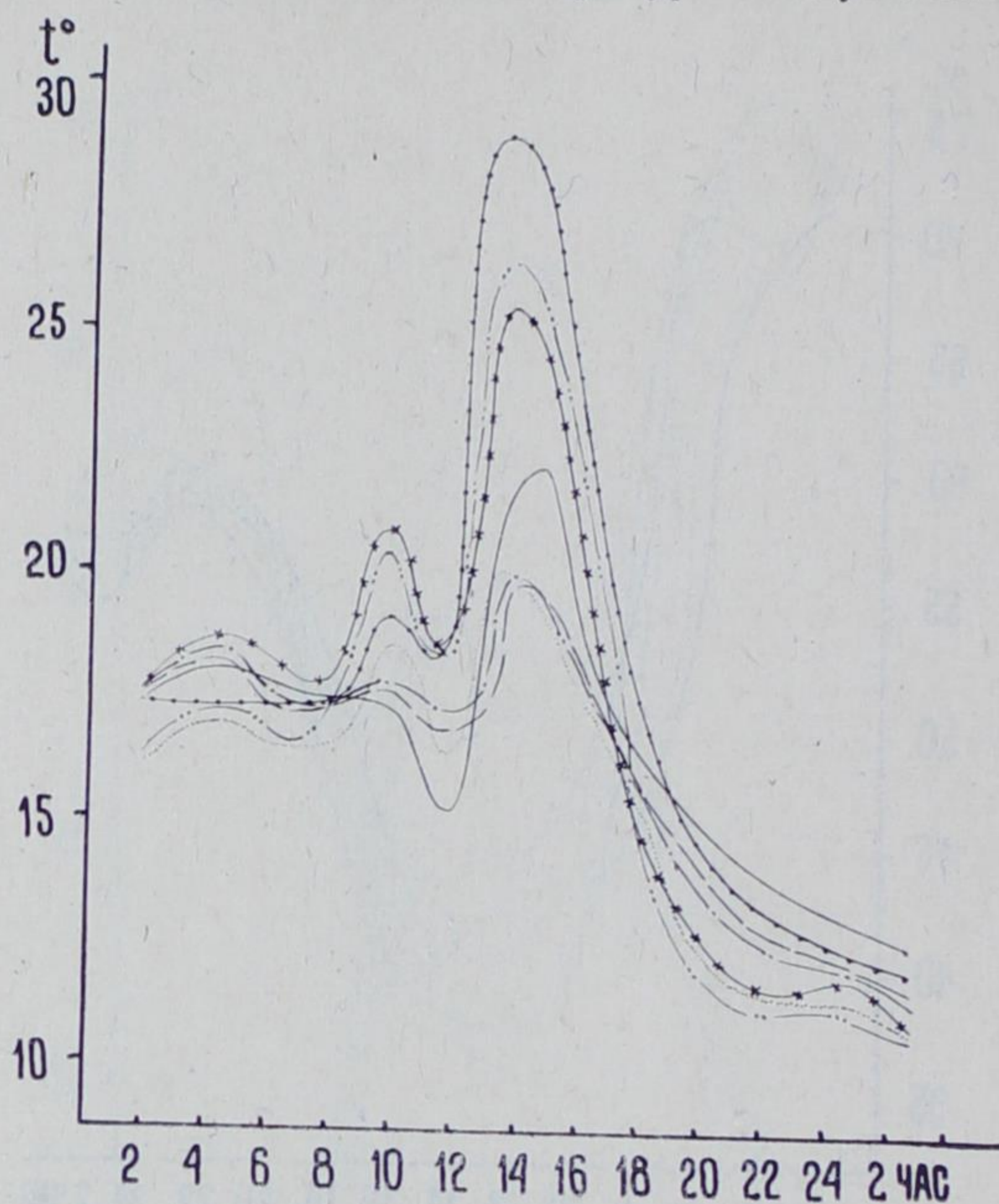


Рис. 15. Суточный ход температуры воздуха в начале осени в бюргуннике (1—4)

Условные обозначения см. рис. 2

лишь на $10-12^\circ$ по сравнению с общим уровнем хода температурных показателей. Ночью температура воздуха колеблется в пределах $17-18^\circ$ (до 12 часов) и $11-12^\circ$ (после 20 часов).

2. Режим относительной влажности воздуха

Относительная влажность воздуха изменяется также неравномерно. Минимального уровня она достигает к 14 часам. Показатели разных уровней измерения незначительно отличаются друг от друга. Относительная влажность воздуха утром выше на $20-25\%$, чем вечером. Чем выше уровень измерения, тем меньше амплитуда колебаний относительной влажности воздуха. Относительная влажность воздуха в растении несколько меньше, чем между растениями (рис. 16).

Сезонные особенности дневного хода температуры и влажности воздуха

Пырейный серополынный и серополынный весьма близки по характеру дневного хода температуры и влажности воздуха в разные феноклиматические сезоны. Остановимся на его важнейших особенностях.

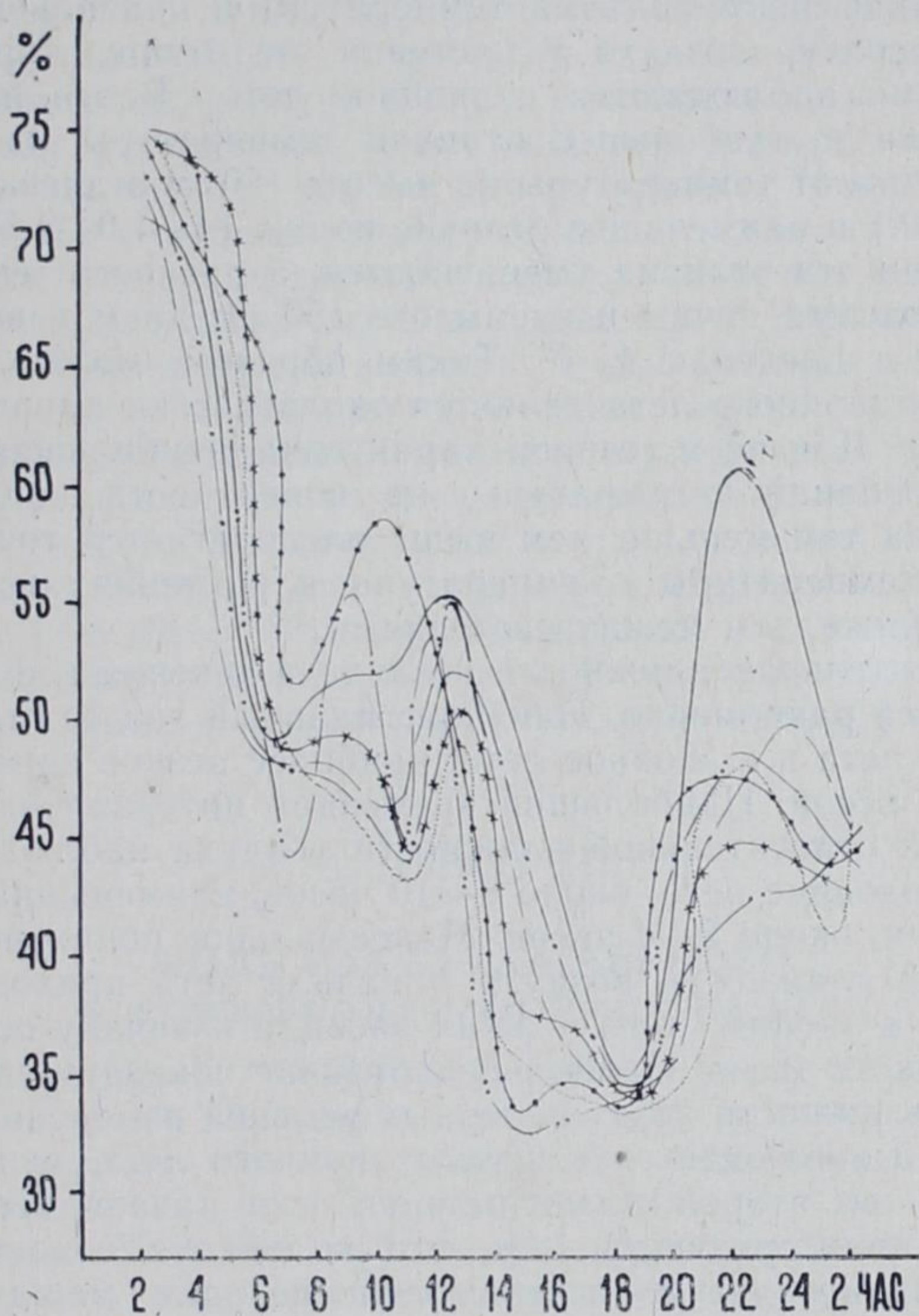


Рис. 16. Суточный ход относительной влажности воздуха в начале осени в биюргуннике (I—4)

Условные обозначения см. рис. 2

В течение всех сезонов температура воздуха изменяется равномерно. Наиболее плавный ход наблюдается в сезон начала лета, более резкие изменения — в начале осени. Временной интервал высоких дневных температур в начале лета и

в знойное лето достигает 8—10 часов, а к началу осени он уменьшается до 6 часов. Температурный максимум в начале лета приходится на 14—16 часов, во время знойного лета он смещается к 12—14 часам, к началу осени приурочен к 14 часам. Подъем температур также смещается к 4—6 часам в начале лета, к 6—8 часам в начале осени. Наибольшая разница между температурами воздуха разных уровней измерения (во время наивысшего подъема температур) и наибольшие отличия температур воздуха в растении от температур между растениями наблюдаются в знойное лето. В это же время отмечается и наибольшее отличие температуры на поверхности почвы от температуры на высоте 150 см в дневное время (на 7—10°) и наименьшее отличие ночью (на 1,0—1,5°). В начале осени эти отличия уменьшаются, а разность температур на поверхности почвы и на высоте 150 см днем и ночью колеблется в пределах 4—5°. Таким образом, можно сказать, что сезон знойного лета является экологически напряженным периодом. Для всех сезонов характерна наибольшая амплитуда колебаний температуры на поверхности почвы. Эта амплитуда тем меньше, чем выше располагается точка определения температуры. Температура в растениях всегда несколько ниже, чем между растениями.

Относительная влажность воздуха в течение всех сезонов изменяется равномерно. Наиболее плавный ход ее отмечается в начале лета и в знойное лето, наиболее резкое изменение — в начале осени. Наибольший временной интервал низких показателей относительной влажности воздуха наблюдается во второй половине лета, около 8—10 часов, наименьший — в начале осени, около 2—4 часов. Максимальное понижение относительной влажности воздуха в начале лета приходится на 16 часов, в знойное лето — на 14 часов, а к началу осени смещается на 12 часов. Наибольшее отличие показателей относительной влажности воздуха разных уровней измерения в дневное время наблюдается в период знойного лета, наименьшее отличие — во второй половине лета и в начале осени. Все сезоны характеризуются тем, что колебания относительной влажности воздуха в растении меньше, чем между растениями; относительная влажность воздуха на высоте 150 см выше, чем на более низких уровнях измерения.

Серополынный биюргунник и биюргунник также близки по изучавшейся динамике. В обоих случаях с начала лета по начало осени температура воздуха изменяется равномерно, особенно в знойное лето, более резко в начале лета и в начале осени. Подъем температуры воздуха в начале лета начинается в 4 часа, в знойное лето — в 6 часов, а в начале осени смещается к 8 часам. Максимумы приходятся в начале лета на 14 часов, в знойное лето — на 12 часов, затем снова

смещаются к 14 часам. Временной интервал высоких дневных температур уменьшается в начале осени, в остальные сезоны он держится в пределах 6—8 часов. Наибольшая разница между температурами воздуха разных уровней измерения (во время наивысшего подъема температур) и наибольшие отличия температур в растении от температур между растениями наблюдаются в начале лета, к началу осени они уменьшаются. Меньше отличается и разность температур на высоте 150 см, на поверхности почвы днем и ночью. На протяжении всех сезонов температура воздуха в растении несколько выше, чем между растениями. Колебания температуры на поверхности почвы больше, чем на других уровнях измерения, особенно на 150 см, где колебания сильно сглаживаются.

Относительная влажность воздуха наиболее резко изменяется в начале лета, к началу осени ход ее становится более плавным. Понижение влажности в начале лета начинается в 4 часа, затем смещается к 6 часам. Временной интервал максимального понижения относительной влажности воздуха от начала лета к началу осени увеличивается от 4—6 часов до 8—10 часов. Увеличивается к началу осени и разность между показателями влажности утром и вечером. Влажность воздуха на высоте 150 см на протяжении всех сезонов выше, чем на других уровнях измерения. В растении относительная влажность воздуха несколько ниже, чем между растениями.

А. В. ИЗВОЗЧИКОВ

РОЛЬ САКСАУЛА ЧЕРНОГО В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОКЛИМАТА

В зональных биургуново-серополынных экосистемах о. Барсакельмес нередко и значительное участие принимает саксаул черный *Haloxylon aphyllum*. Результаты изучения его экологической роли на экологическом участке IV приводятся ниже. Методика наблюдений приведена на с. 48—49.

Солнечная радиация является одним из важнейших экологических факторов, определяющих жизненные процессы и оказывающих воздействие на развитие растений, на температурный режим воздуха и почв, на режим влажности и т. д. Из литературных источников известно, что количество света, задерживаемое древостоем, зависит от сомкнутости его [107], от возраста и площади поперечного сечения кроны [106, 108], от расстояния между стволами [103]. Все эти данные относятся к лесным фитоценозам с сомкнутым древостоем. В литературе [напр. 39] саксаул описывается как дерево, не дающее тени. Исходя из этого, можно было предположить, что

освещенность под кроной саксаула, а вследствие этого температурный режим и влажность должны быть такие же, как в других фитоценозах, например, полукустарничковых.

Однако данное предположение, как показали наши наблюдения, оказалось ошибочным. Суточное изменение освещен-

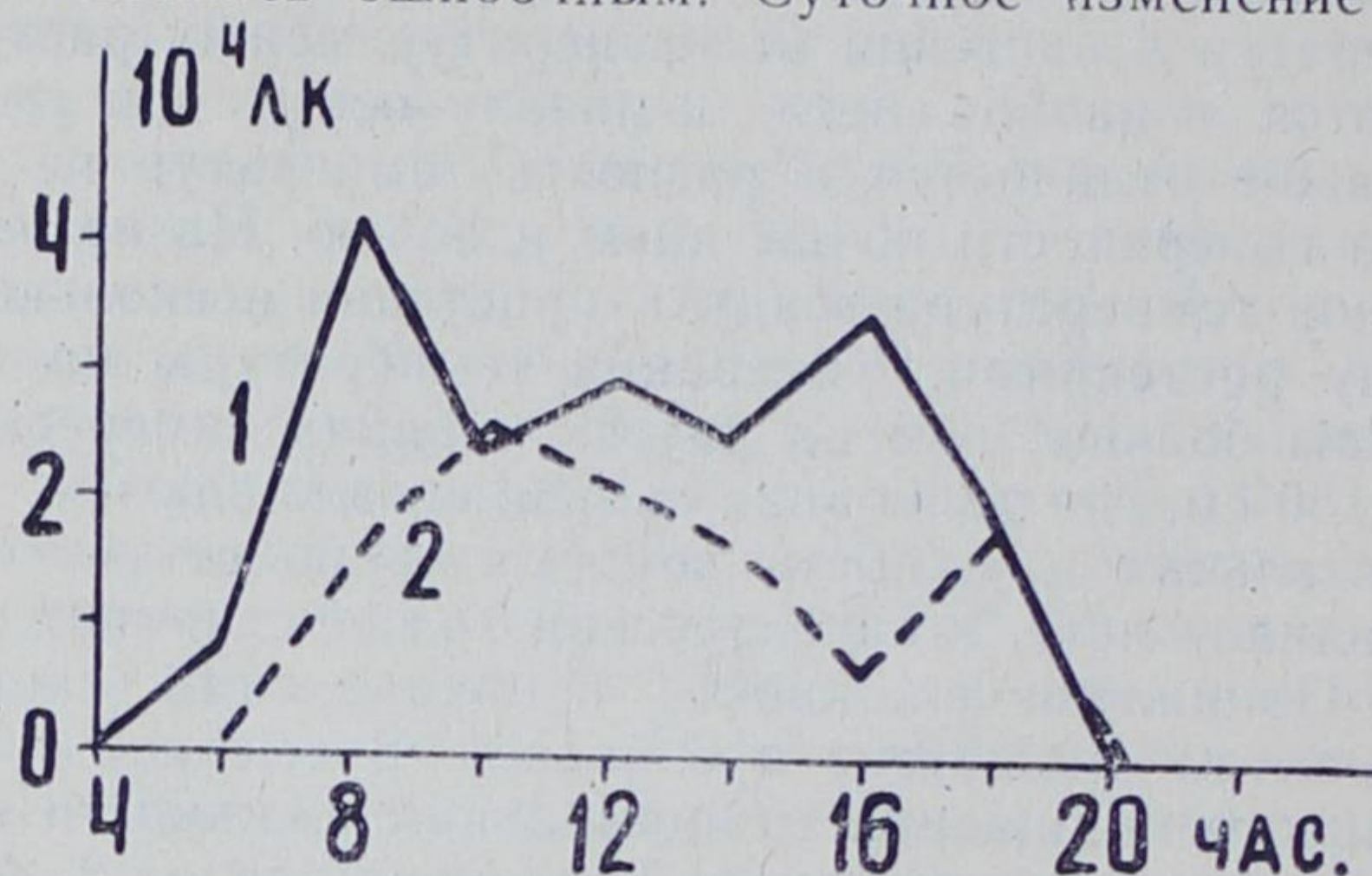


Рис. 1. Суточное изменение освещенности (1, 2) под кронами саксаула. Лето 1972 г.

ности под кроной саксаула имеет единую закономерность, заключающуюся в том, что на всех уровнях ее измерения наблюдается максимум освещенности: в утренние часы (между 6 и 10) и в вечернее время (между 16 и 18 часами). В дневное время, когда отмечается максимальная общая освещенность, под кронами саксаула освещенность ниже (рис. 1, табл. 1).

Таблица 1

Суточный ход освещенности под саксаулом и в серополыльнике в биургуново-попынной с участием саксаула экосистеме (29.VII.1972)

Сообщество и компонент фитоценоза	Освещенность, лк; часы						
	2	6	10	14	18	22	2
Саксаул № 1	0	1500	30000	12000	3000	0	0
Саксаул № 2	0	1800	21000	10000	2000	0	0
Серополытник	0	1500	35000	28000	7000	0	0

Это объясняется влиянием кроны. В самое напряженное время (от 12 до 14 часов) саксаул в биургуново-серополынной экосистеме с участием саксаула пропускает от 45 до 50% света. Следует отметить отличие суточного изменения освещенности под кроной саксаула от освещенности на других элементах комплекса. Вследствие влияния кроны амплитуда

суточного колебания освещенности под саксаулом равняется в среднем 10—15 тыс. лк, в то время как на других элементах комплекса она больше (25—36 тыс. лк). Эта разница возникает за счет того, что освещенность в дневное время под кроной в 2—3 раза ниже, чем на других элементах комплекса (рис. 2). При пересчете было обнаружено, что кроной саксаула задерживается от 30 до 50% света, полынью — до 10%, а биюргуном — от 1 до 2% (данные приводятся для одиночных кустов).

Наши наблюдения показали, что саксаул существенно меняет и температурный режим воздуха (как в кроне, так и под

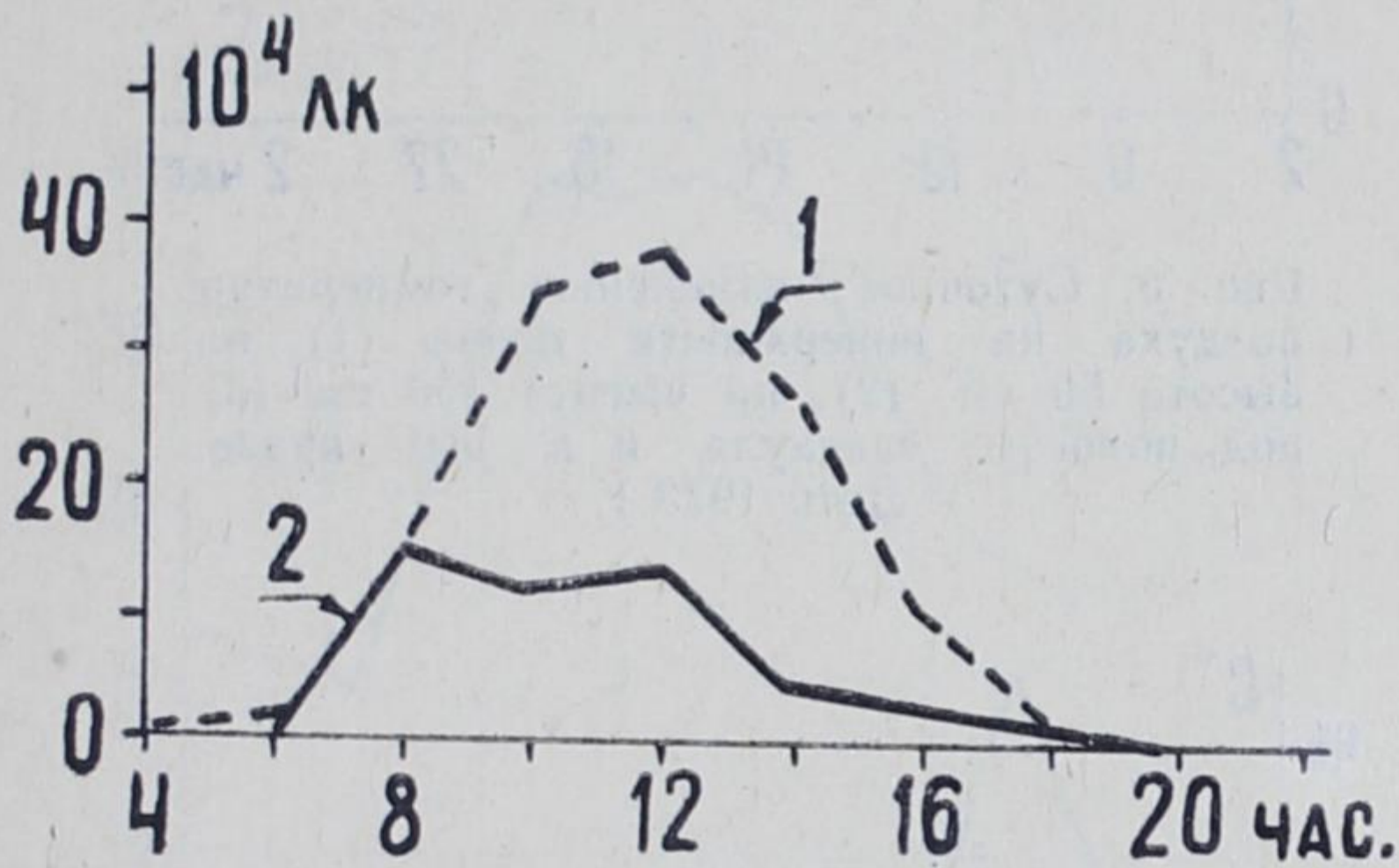


Рис. 2. Суточное изменение освещенности в биюргунике (1), под кроной саксаула (2). Лето 1972 г.

пологом) и температуру почвы. В кроне наблюдаются различия в температурах на различных уровнях (рис. 3). Эти различия объясняются как влиянием нагретой поверхности почвы, так и скоростью горизонтальных воздушных потоков. В качестве примера можно привести данные наблюдения в 12 часов 31 августа 1972 г., когда скорость ветра на высоте 2,5 м достигла 6,7 м/сек, а температура на этой же высоте была 29° . На почве скорость ветра была равна 1,6 м/сек, а температура воздуха — 31° . Это отличие наблюдается в дневное время. В ночное время температура на всех высотах, как это видно на рис. 3, относительно выравнивается. Максимальные температуры на всех уровнях отмечаются в дневное время (12—14 часов).

Температурный режим в кроне саксаула существенно отличается от температурного режима в других элементах экосистемы, хотя имеются и некоторые общие черты, а именно: падение температуры с высотой, что характерно и для саксаула, и для биюргунового, и для полынного сообществ. Если

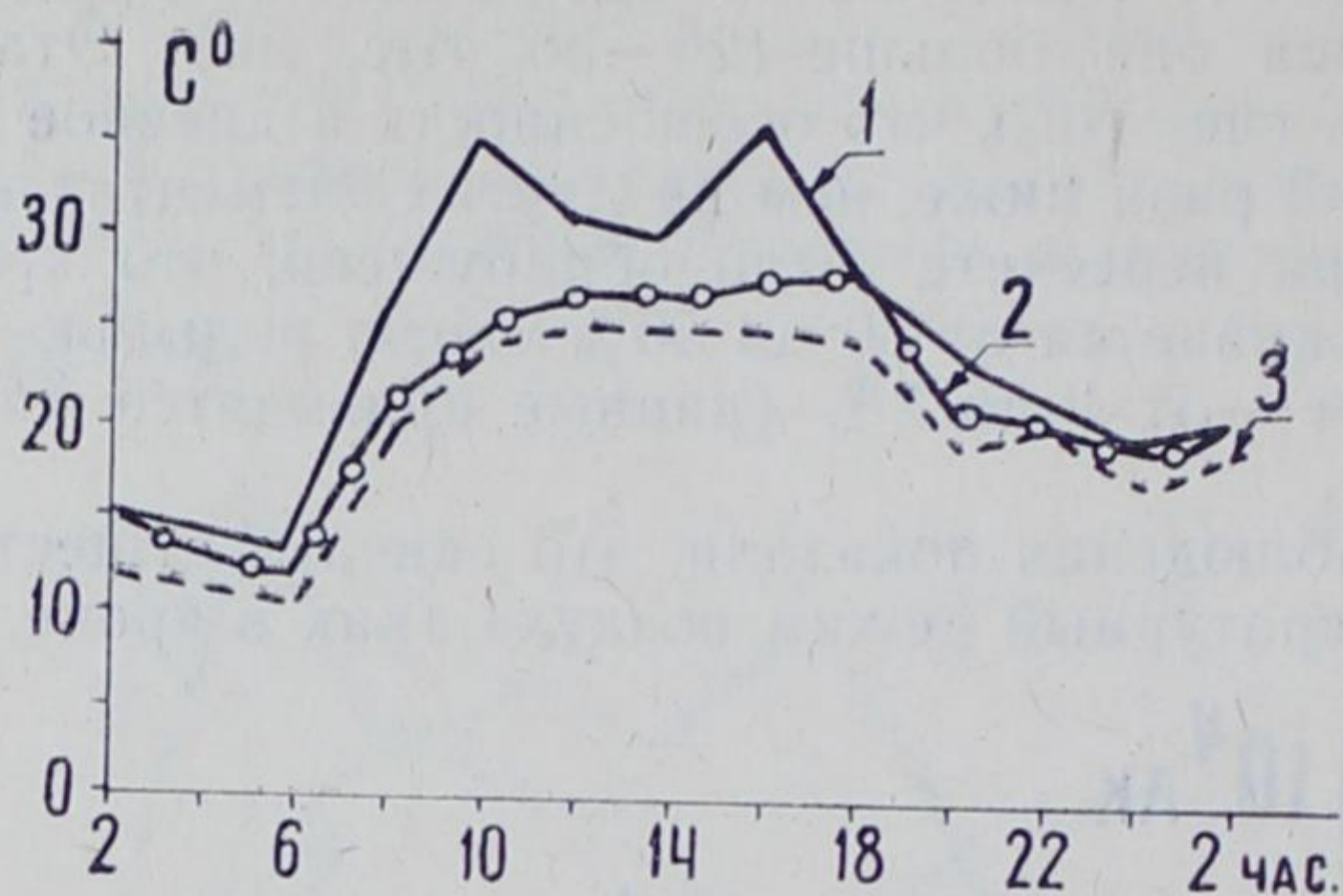


Рис. 3. Суточное изменение температур воздуха на поверхности почвы (1), на высоте 50 см (2), на высоте 150 см (3) под пологом саксаула и в его кроне. Лето 1973 г.

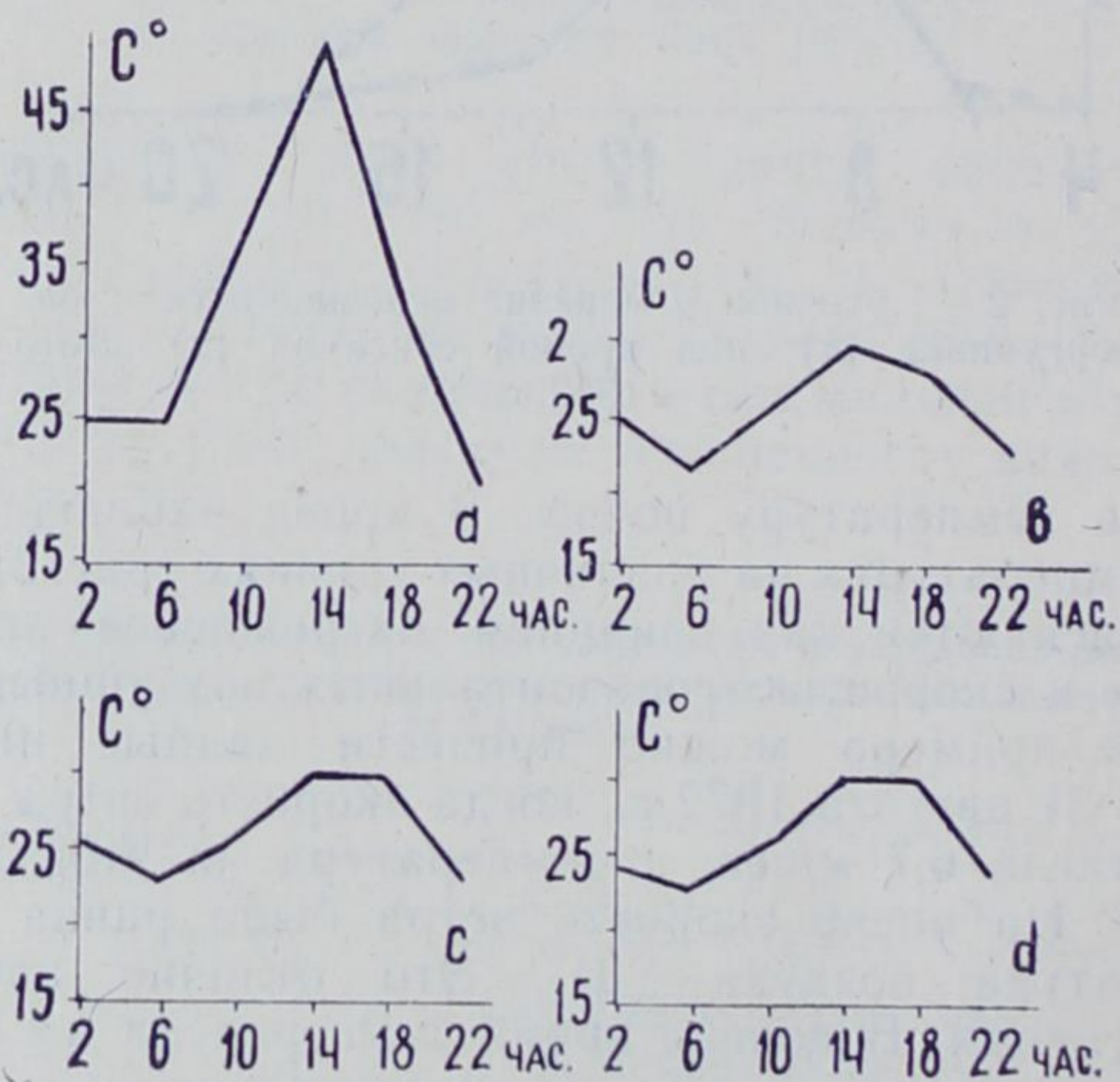


Рис. 4. Суточное изменение температур воздуха на полыннике (а), в кроне саксаула № 1 (б), в кроне саксаула № 2 (в), в кроне саксаула № 3 (г) на высоте 50 см. Лето 1973 г.

разница в температурах в кроне саксаула на различных уровнях в дневное время достигает $1-2^{\circ}$, то отличие температур на других элементах экосистемы составляет в среднем $10-15^{\circ}$. Максимальные температуры в нижних слоях воздуха под кроной саксаула в дневное время ниже на $6-10^{\circ}$, чем в рядом расположенных сообществах биюргуна и в серополынике, к которому приурочен саксаул (рис. 4). В ночное же время температура этих слоев в пределах кроны саксаула выше в среднем на $4-5^{\circ}$.

Непосредственное влияние оказывает температурный режим нижних слоев воздуха на температуру почв. Известно,

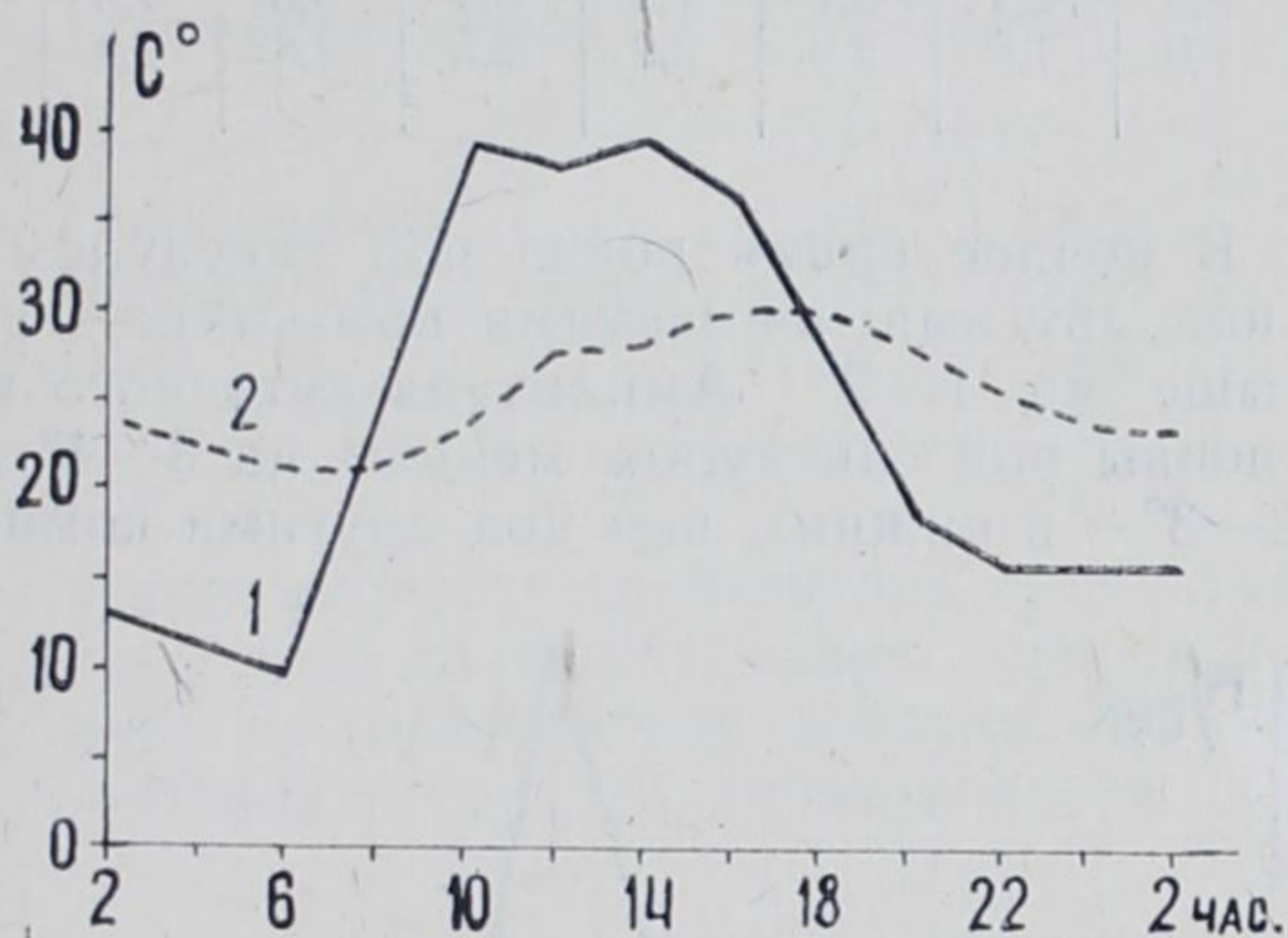


Рис. 5. Суточное изменение температур воздуха над поверхностью почвы (1) и почвы на глубине 5 см (2) в биюргуннике. Лето 1972 г.

что температура почв, так же как и температура воздуха, зависит от состава растительного покрова и его возраста. Древесный, как и любой растительный покров, понижает температуры почвы в летний период и повышает в зимний. Наши материалы показывают, что общей закономерностью в изменении температур на всех элементах экосистемы является повышение температуры в дневное время в верхних слоях почвы (рис. 5). В ночное время происходит некоторое выравнивание температур. Однако температурный режим почвы под саксаулом все же отличается от режима на других элементах экосистемы: в дневное время температуры верхних горизонтов выше температуры нижних горизонтов под кроной на $1-2^{\circ}$, в то время как под серой полынью данное отличие составляет $5-6^{\circ}$, а под биюргуновым фитоценозом — $6-7^{\circ}$. Отличие температур верхних слоев почвы под саксаулом от других элементов комплекса составляет $3-5^{\circ}$ (под саксаулом темпера-

Скорость ветра под кроной, в верхней, в средней части кроны и у поверхности почвы под пологом саксаула в биюргуново-серополынной экосистеме с участием саксаула (11.VIII.1972)

Высота размещения анемометров, см	Скорость ветра, м/сек; часы								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20
250	4,9	5,4	5,1	6,3	7,3	5,7	3,7	3,7	3,8
150	3,4	3,2	3,3	3,5	4,2	4,1	2,3	2,0	2,8
50	2,8	2,7	2,7	1,5	3,4	3,5	1,8	0,4	0,3
5	2,0	1,6	2,0	2,2	2,5	2,8	1,4	0	0

тура ниже). В ночное время почва под саксаулом прогрета лучше, чем под другими элементами комплекса, и температура там выше на 1—2°. Амплитуда суточного колебания температур почвы под саксаулом меньше на 3—4° в верхних слоях и на 2—3° — в нижних, чем под другими компонентами.

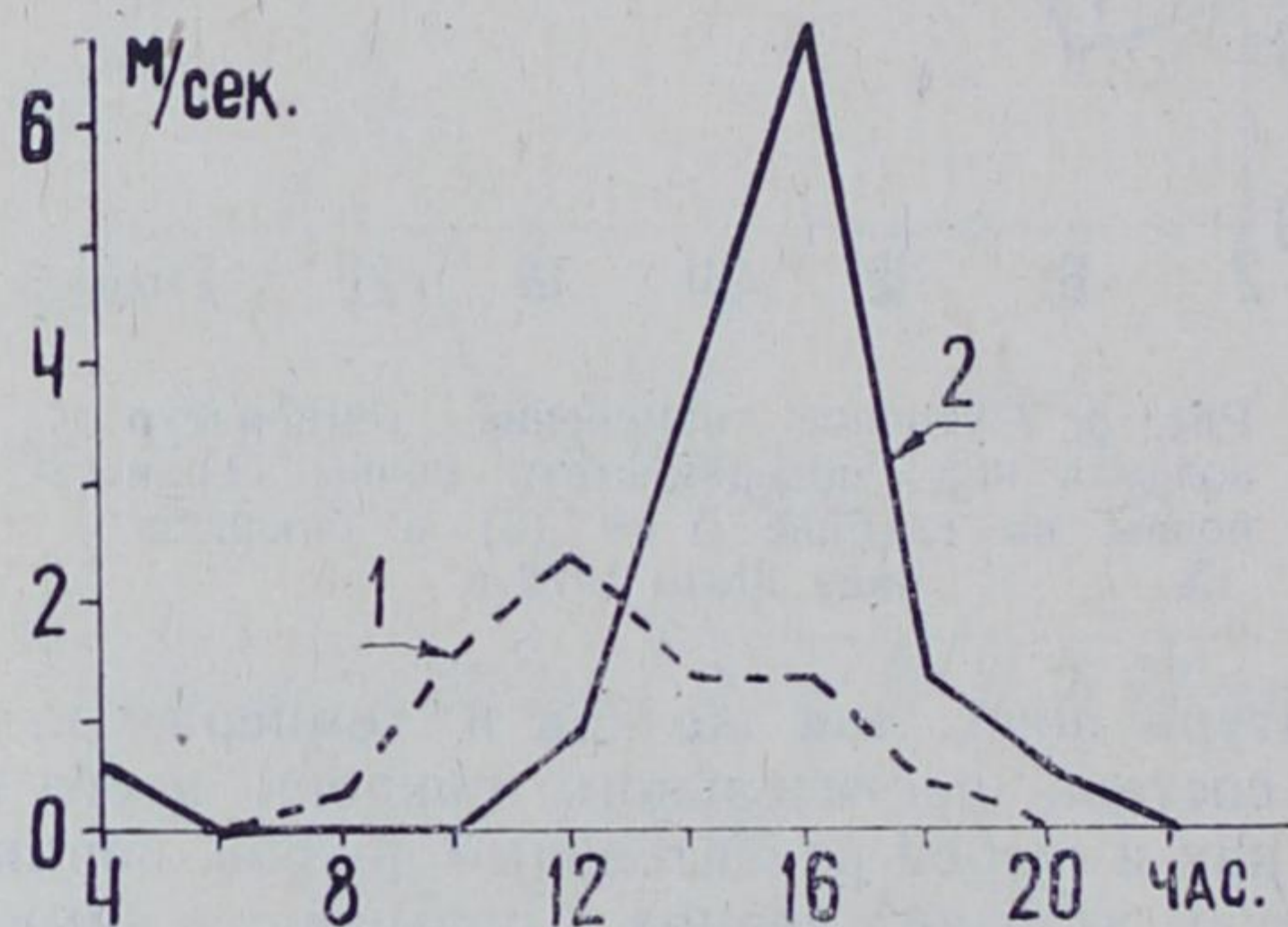


Рис. 6. Изменение скорости ветра на высоте 50 см (1) и на высоте 150 см (2) над пологом саксаула. Лето 1973 г.

Общеизвестно, что растительный покров оказывает существенное влияние на скорость ветра. Несмотря на крайнюю разреженность древостоя, саксаул также изменяет режим ветра, снижает его скорость на 26% (за 100% принята скорость ветра на открытом пространстве). В распределении скоростей ветра по высотам в кроне саксаула в отличие от открытого места наблюдается четкая закономерность, прояв-

ляющаяся в том, что с уменьшением высоты происходит снижение скорости ветра (табл. 2).

На открытом месте такое снижение скорости ветра с высотой наблюдается не всегда (рис. 6). Разница в скорости ветра между высотами тем больше, чем выше скорость ветра (табл. 3).

Таблица 3

Фактическая и относительная скорости ветра в кроне и под пологом в бюргуново-серопольной с участием саксаула экосистеме (11.VIII.1972)

Высота размещения анемометров, см	Положение анемометра относительно полога	Скорость ветра, м/сек		Относительная скорость ветра, %	
		Фактическая	Относительная	Фактическая	Относительная
250	Над пологом	5,1	6,3	100	100
150	Верхняя часть кроны	3,3	3,5	64	55
50	Средняя часть кроны	2,7	1,5	53	24
5	Под пологом	2,0	2,2	39	34

Такая закономерность свойственна всем древесным растениям. Как мы уже отмечали выше, скорость ветра значительно влияет на температуру воздуха. Этим объясняется разница в нижних и верхних слоях воздуха (табл. 4).

Таблица 4

Изменение температуры и скоростей ветра на высоте 2,5 м и на поверхности почвы (31.VIII.1972)

Высота, см	Фактор	Часы			
		10	12	14	16
250	t°	25,0	28,5	29,0	30,0
	Скорость ветра, м/сек	6,4	4,8	5,6	4,2
0	t°	29,0	37,0	31,0	31,0
	Скорость ветра, м/сек	2,4	1,3	1,3	0,4

Значительное влияние оказывает скорость ветра и на влажность воздуха (табл. 5).

Однако ее изменение в кроне саксаула подчиняется несколько иным закономерностям, так как влажность определяется не только скоростью ветра, но и другими факторами.

Известно воздействие растительного покрова на влажность воздуха [105, 73]. В условиях о. Барсакельмес, где

Изменение скорости ветра и влажности воздуха на высоте 2,5 м
(11.XI.1972)

Фактор	Часы			
	8	10	12	14
Скорость ветра, м/сек	5,1	6,3	7,3	5,7
Влажность, %	76	84	92	78

постоянно дуют сильные ветры, выявить влияние растительных сообществ на режим влажности воздуха оказалось довольно трудно. Однако проведенные нами наблюдения позволили установить некоторые закономерности.

Минимальная влажность воздуха на всех элементах комплекса наблюдается в дневные часы (рис. 7), что объясняется

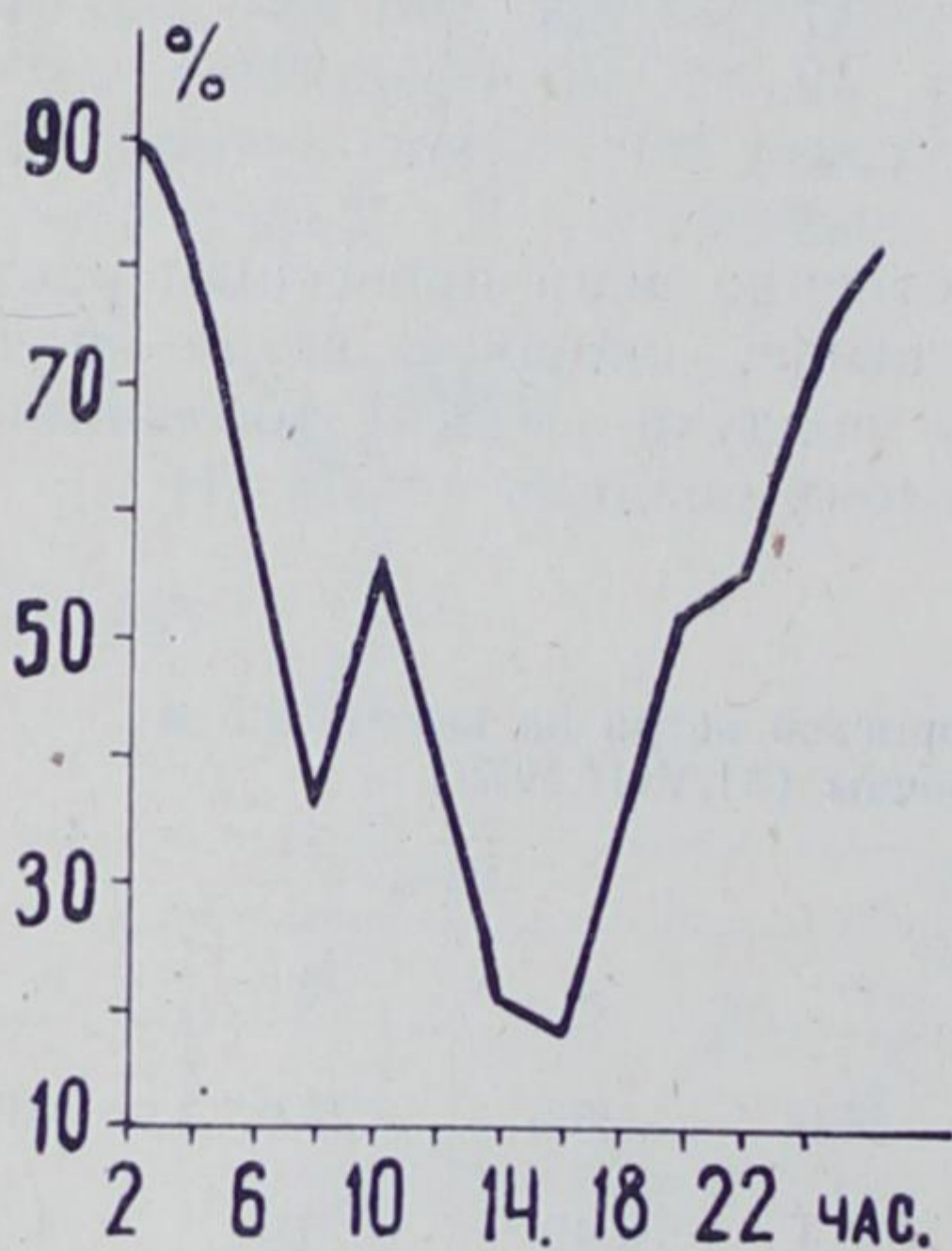


Рис. 7. Суточное изменение относительной влажности воздуха в биургуннике (поверхность почвы). Лето 1973 г.

высокими дневными температурами. При понижении температуры влажность увеличивается (табл. 6).

В утренние часы наблюдается самая высокая влажность воздуха (до 90%), а при сильном понижении температуры происходит выпадение росы. Во всех элементах экосистемы при максимальных температурах почвы влажность на ее поверхности ниже, чем в верхних слоях воздуха, на 10—20, а иногда и на 30%. В нижних слоях и на почве в дневное время под саксаулом влажность воздуха ниже, чем на других элементах, на 16,2%. Это показывает, что испарение под пологом древесного яруса идет слабее, чем в травяном ярусе [102].

Изменение температур воздуха и относительной влажности почвы
в биюргуново-полынной с участием саксаула экосистеме
под пологом саксаула

Фактор	Часы							
	10	12	14	16	18	20	22	24
t°	25,0	31,0	30,0	35,0	28,0	24,0	21,0	19,9
Относительная влажность, %	33	22	26	18	38	52	54	76

Так, если 22 июля 1972 г. в 12 часов влажность на почве под саксаулом составляла 22%, то в серополыльнике в это же время влажность была 44%, а в биюргуннике — 36%. В пределах кроны саксаула (от 50 до 150 см) в наиболее напряженные часы влажность выше (в среднем на 19,4%, чем на других элементах комплекса (рис. 8).

Амплитуда суточного колебания влажности под пологом саксаула и на почве в среднем равна 41%, под полынью —

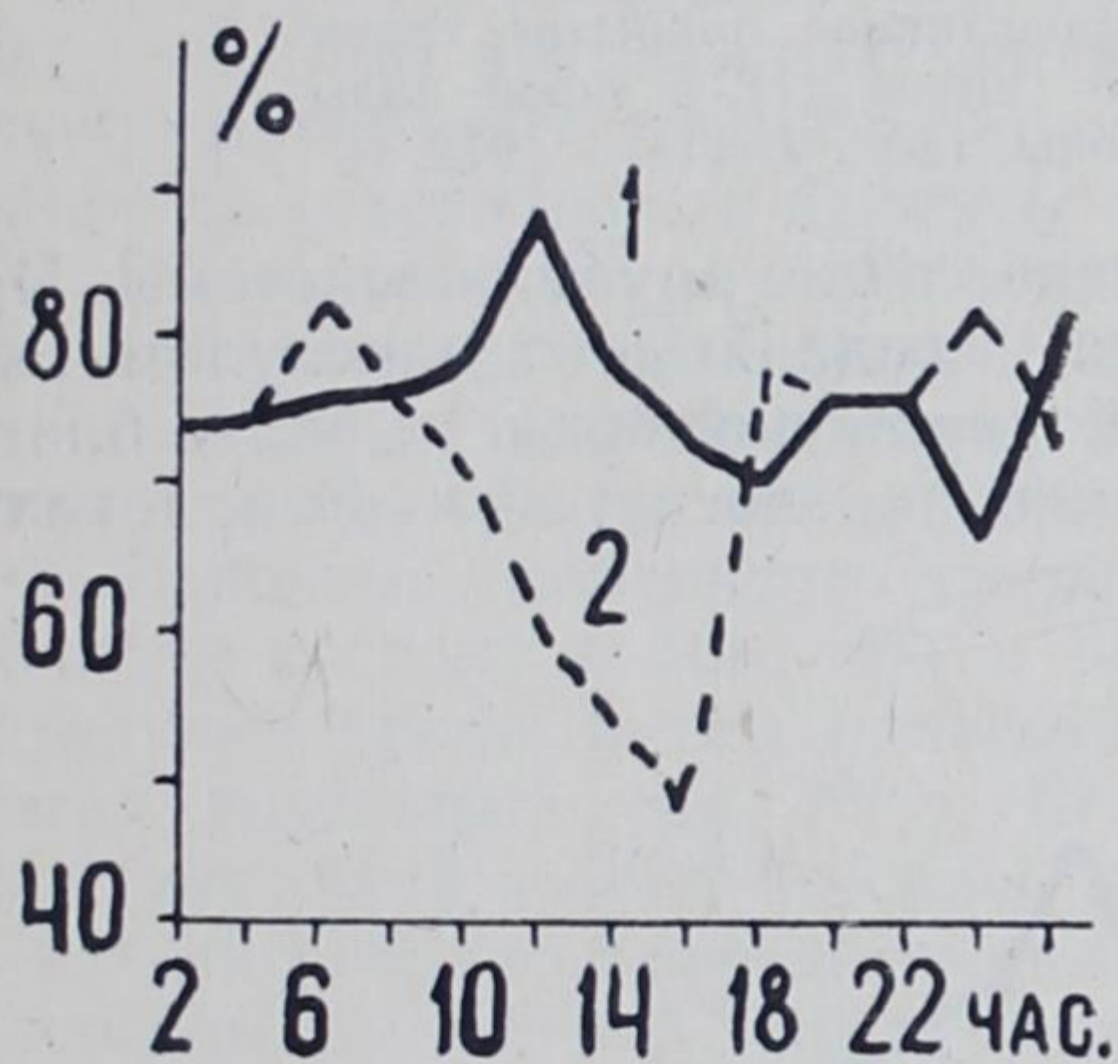


Рис. 8. Суточное изменение относительной влажности воздуха на высоте 50 см в кроне саксаула (1) и над биюргунником (2). Лето 1973 г.

47%, а в биюргуновом сообществе — 51%. Следовательно, под саксаулом влажность стабильна, что смягчает климатическую обстановку. В верхних слоях воздуха амплитуда суточного колебания влажности значительно уменьшается на всех элементах комплекса; так, уже на высоте 30 см в кроне саксаула она составляла в среднем 31%, в полынном фитоценозе — 30%, в биюргуновом сообществе — 44%. Следовательно, среднесуточная влажность воздуха в кроне саксаула выше, чем на других элементах комплекса. Так, 31 июля 1972 г. в кроне саксаула она равнялась 55%, в серополынном — 53%, в биюргуновом фитоценозе — 52%.

Исходя из наших наблюдений за инфраклиматом [56] саксаула, мы можем сделать вывод о том, что саксаул как основной лесобразующий вид в условиях пустынь оказывает

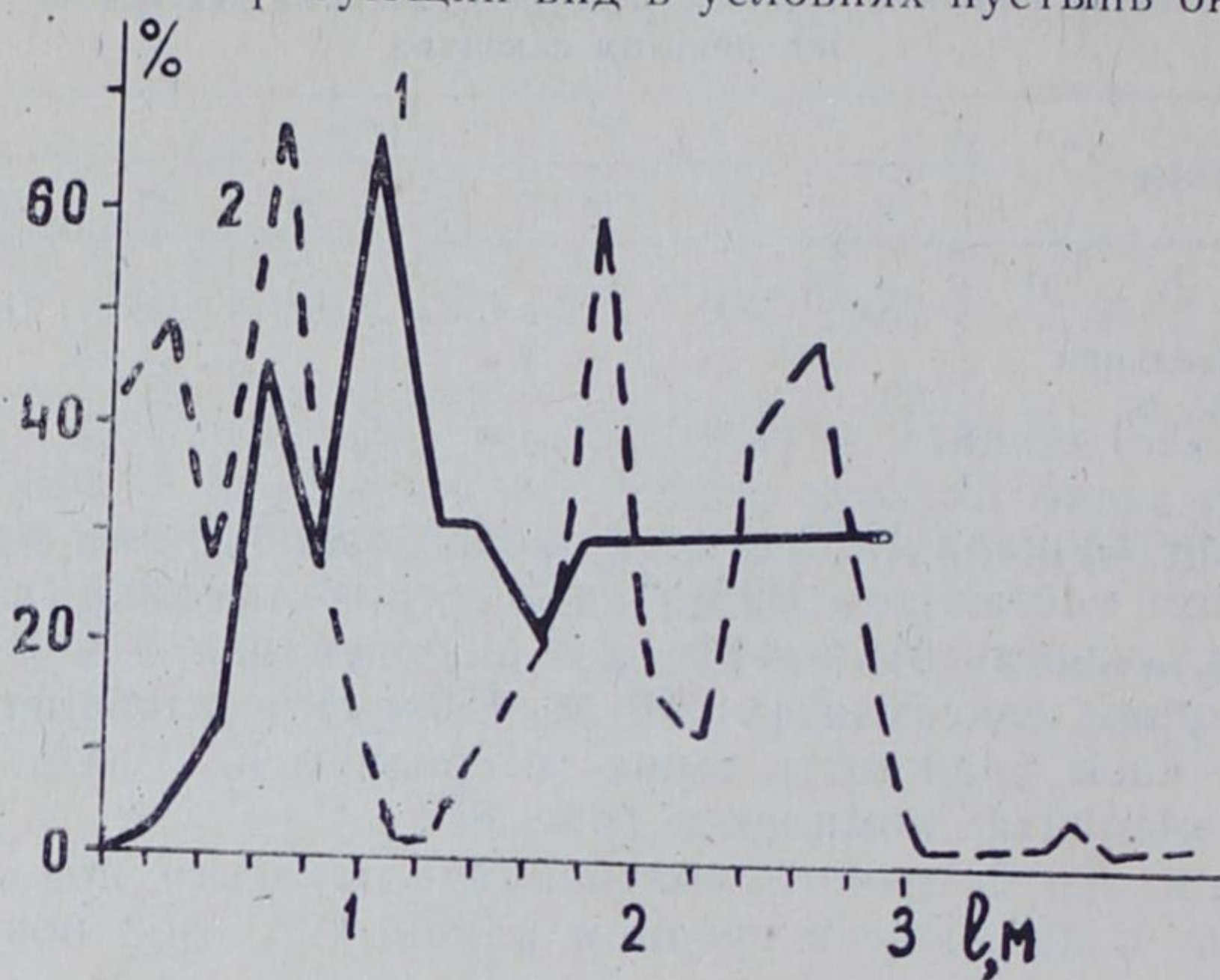


Рис. 9. Суммарное проективное покрытие травянисто-кустарничкового яруса (1) и серой полыни (2). Радиус кроны 120 см. Лето 1972 г.

сильное воздействие на нижележащие ярусы экосистемы. При рассмотрении инфраклимата, создаваемого саксаулом, мы утверждаем, что условия в подкроновой области более благоприятны, чем в других элементах экосистемы. Это доказы-

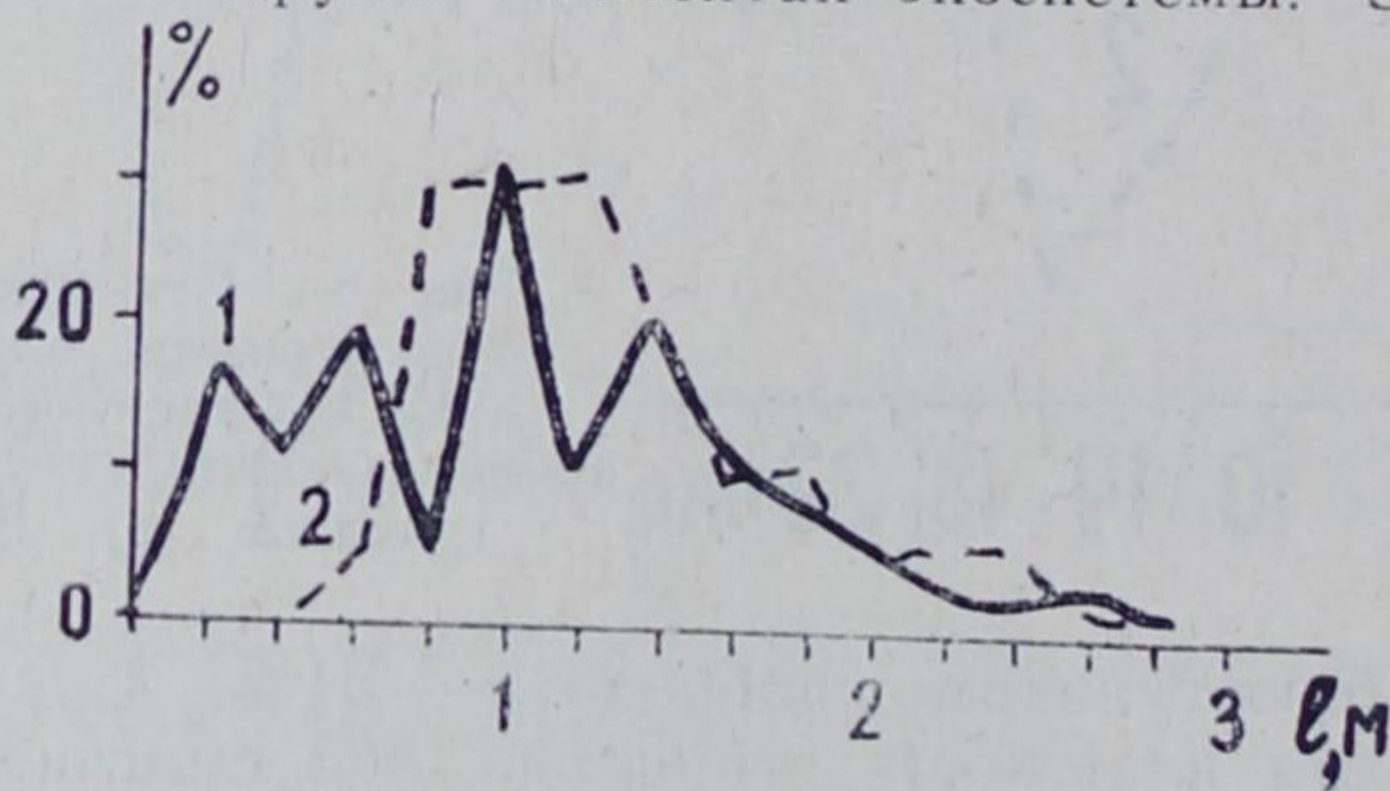


Рис. 10. Суммарное проективное покрытие эфемеров (1) и рогозавника (2). Радиус кроны 80 см. Лето 1972 г.

вается наблюдениями за температурным режимом, режимом влажности воздуха, режимом освещенности и режимом скорости ветра. Исходя из этого, можно было предположить, что численность растений и сомкнутость травостоя под кроной саксаула больше, чем на открытом месте.

Измерения проективного покрытия нижних ярусов показали, что в непосредственной близости к стволу наблюдается пятно, лишенное растений и покрытое опадом, что отчасти подтверждает данные Ю. Т. Парпиева [72], работа которого касалась влияния саксаула на серую полынь. Однако к краю кроны картина меняется, проективное покрытие видов на выходе из подкроновой области и в непосредственной близости от края кроны резко увеличивается. Для многих видов проективное покрытие в прикроновой области достигает максимума (рис. 9).

Серая полынь имеет проективное покрытие в подкроновой и прикроновой зоне значительно большее, чем в чистом серополыльнике (рис. 9), размеры полыни в подкроновой области также больше (средние размеры под кроной 45 см, вне кроны 30 см). Благоприятное влияние оказывает саксаул и на эфемеры (рис. 10).

Выводы

1. Освещенность под саксаулом в течение дня значительно ниже, чем под другими элементами экосистемы. Особенно сильно смягчающее воздействие наблюдается в самое напряженное по освещенности время (с 12 по 16 часов).

2. По отношению к изменению скорости ветра саксаул ведет себя как типичный лесообразователь — значительно снижая (на 25%) скорость ветра. Это снижение особенно заметно у саксаула с густой кроной.

3. Основная особенность температурного режима в кроне саксаула состоит в том, что в дневное время температуры в пределах кроны и под пологом ниже, чем на других элементах комплекса (на 10°). В пределах кроны саксаула существует свой особый температурный режим.

4. Смягчающее влияние оказывает саксаул и на температурный режим почв, снижая максимальные температуры и повышая минимальные, тем самым уменьшая суточные амплитуды колебания температур почв.

5. Влажность воздуха в пределах кроны саксаула в дневное время выше (часто на 5—6%), чем на других элементах экосистемы. Испарение под пологом саксаула с поверхности почвы идет значительно слабее.

6. Проведенный анализ подтверждает существование особого инфраклимата, создаваемого саксаулом, в рамках общего экоклимата экосистемы.

Таким образом, судя по нашим наблюдениям, саксаул можно считать истинным лесообразователем в пустынной зоне, меняющим экологические условия и влияющим на нижележащие ярусы сообщества.

Н. Н. РОМАНОВА, Н. Г. САДОВСКАЯ,
Л. А. КУЗНЕЦОВ, И. В. ПАНКРАТОВА

ПОЧВЫ БИЮРГУНОВО-СЕРОПОЛЫННОЙ ЭКОСИСТЕМЫ И НЕКОТОРЫЕ СТОРОНЫ ИХ ДИНАМИКИ

Почва — важнейший компонент любой экосистемы, поскольку, являясь средой особого рода, определяет характер важнейших прямодействующих экологических факторов (теплового, влажности, режима минерального питания). Все они имеют исключительно важное значение, особенно в пустынях. Изучаемые нами экологические участки I и IV имеют типичные серо-бурые почвы, различающиеся по характеру и степени засоления, механическому составу, положению в рельефе и т. д. Ниже приводится краткая характеристика солевого режима, влажности и температурного режима разрезов, заложенных в пределах экологического участка I.

Приводим описание разрезов.

Разрез 1. 9 июля 1972 г. Пырейный серополынный (I—1)

0—4 см — корка сверху растрескавшаяся на полигоны с диаметром 10—12 см, светло-палевая, мелкопористая, бесструктурная. Легкий суглинок, плотность 3 балла. Горизонт сухой, пронизан корнями пырея (1,5 балла), вскипание от HCl бурное.

4—16 — буровато-палевый бесструктурный горизонт. Средний суглинок. Плотность 2—2,5 балла (до трех в нижней части горизонта). Многочисленные корни полыни и пырея (2—2,5 балла). Бурное вскипание от HCl.

16—26 — буровато-палевый, чуть более светлый призматически-ореховатый горизонт. Средний суглинок, плотность 4—4,5 балла. Многочисленные пятна и примазки гипса. Горизонт сухой. Корни полыни — 1,5 балла.

26—70 — желтовато-палевый с многочисленными примазками гипса комковатый горизонт. Средний суглинок. Плотность 5 баллов, сухой. Корни полыни — 0,2 балла. Вскипание от HCl бурное до 60 см, затем слабеет.

70—105 — резкий переход к свежему коричневато-оливковому комковато-ореховатому горизонту с многочисленными пятнами, кристаллами и примазками гипса. Плотность 4—4,5 балла, корни — 0. Глина. Вскипание от HCl слабое.

Разрез 2. 9 июля 1972 г. Серополынный (I—2)

0—3 см — корка палевая, пористая, бесструктурная. Суглинок. Плотность 1 балл. Постепенный переход к следующему горизонту. Горизонт сухой.

3—10 — бесструктурный пылеватый горизонт палевого цвета. Суглинок. Крупные корни полыни и мелкие эфемеров (1 балл). Плотность 1 балл. Горизонт сухой. Переход к следующему горизонту ясный.

10—23 — желтовато-палевый горизонт комковато-призматической структуры. Супесь, плотность 2,5—4 балла, корней 2,5—3 балла (основная масса). Бурное вскипание от HCl. Резкий переход к следующему горизонту по плотности.

23—85 — бесструктурный горизонт, плотность 4,5—5 баллов с многочисленными примазками гипса. Вскипание от HCl слабое, пятнами. Корней очень мало, в верхней части до 0,5 баллов. Внизу вовсе исчезают.

Разрез 3. 9 июля 1972 г. Серополынный биюргунник

0—0,5 — палевая корочка, пористая, суглинистая. Бурно вскипает от HCl.

0,5—6 — палевый бесструктурный горизонт, продолжающий корочку. Пористый, легкосуглинистый, плотность 2,5 балла. Мелкие корни биюргуна и эфемеров — 1 балл. Горизонт сухой, вскипает от HCl. Переход к следующему горизонту ясный.

6—28 — коричневато-оливковый мелкокомковатый горизонт, свежий, с примазками гипса в нижней части. Глинистый, плотность 3—3,5 балла. Корни — 2 балла. Вскипание от HCl бурное.

28—77 — желтовато-палевый горизонт с многочисленными кристаллами и примазками гипса. Плотность 4,5—5 баллов, слитный. Корней нет. Вскипание от HCl слабое, местами. Суглинок.

77—85 — свежий, коричневато-оливковый бесструктурный горизонт с многочисленными гипсовыми и карбонатными примазками. Плотность 3 балла. Корней нет. Суглинок.

Разрез 4. 31 мая 1973 г. Биюргунник (I—4)

0—6 см — слитная мелкопористая корочка палевого цвета, пылеватая, среднесуглинистая, плотность 3 балла. Сухая, бурно вскипающая от HCl.

6—19 — среднесуглинистый горизонт бурого цвета, комковато-призматический. Плотность 2,5—3 балла. Чуть свежий. Корни биюргуна и мортука — 1 балл. Бурное вскипание от HCl.

19—39 — тяжелосуглинистый буровато-оливковый горизонт призматической структуры. В нижней части — примазки гипса, плотность 2,5 балла. Корни биюргуна и ревеня — 1,5 балла. Сильное вскипание от HCl. Переходы к соседним горизонтам постепенные по цвету, а вниз и по плотности.

39—97 и далее — бесструктурный оливковый горизонт, пятнистый от примазок и кристаллов гипса. Плотность 2,5—2 балла. Одиночные корни. Влажный.

1. Солевой режим

Общей особенностью почв экологического участка I является хлоридно-сульфатное засоление с преобладанием сульфатов.

Почва под пырейным серополынником [I—1] (рис. 1) характеризуется некоторым преобладанием сульфатов над хлоридами. В верхних горизонтах (от 10 до 50 см) содержание сульфатов значительно превышает содержание хлоридов: хлор-ион в среднем от 0,5 до 3 мг/экв, в то время как содержание сульфат-иона колеблется здесь в пределах от 7,5 до 48,7 мг/экв.

Нижние горизонты (70—100 см), напротив, характеризуются незначительным преобладанием хлоридов. Здесь содержание хлор-иона колеблется в пределах от 6,8 до 17 мг/экв, а сульфат-иона — от 3,8 до 16,3 мг/экв. В течение всего вегетационного периода содержание хлор-иона в нижних горизонтах выше, чем в верхних; для сульфат-иона характерна обратная картина, лишь во второй половине лета содержание сульфат-иона близко в обоих горизонтах и равно примерно 16 мг/экв.

Соли кальция и магния сравнительно равномерно распределены по всей глубине разреза, хотя кальций незначительно аккумулируется в верхних горизонтах от 6 до 8 мг/экв, в нижних его содержание 1,5—6 мг/экв.

Соли магния летом в основном накапливаются в верхних и нижних горизонтах от 4,5 до 6 мг/экв, средние горизонты содержат мало солей магния — от 0,8 до 3 мг/экв. Осенью картина изменяется и основное содержание магния приурочено именно к средним горизонтам.

Соли натрия в летние сезоны аккумулируются в нижних горизонтах от 10,5 до 21,6 мг/экв, а осенью в средних горизонтах от 9 до 41,7 мг/экв. В конце лета — начале осени отмечено преобладание на средних глубинах (40—60 см) сернокислого натрия, так как натрий-ион находится здесь в количестве 41,7 мг/экв, а сульфат-ион в количестве 48,7 мг/экв.

Таким образом, для почв пырейного серополынного характера разнокачественность в характере засоления верхних и нижних горизонтов.

Серополынный [I—2] (рис. 2) занимает положительные элементы рельефа, что приводит к более интенсивному вымыванию солей в нижние горизонты в течение осени. Для почвы серополынного характерна неоднородность в распределении солей не по горизонтам, а по сезонам. Летом соли в основном аккумулируются в верхнем, корнеобитаемом горизонте, а осенью — в нижних, где корней значительно меньше.

Летние сезоны характеризуются наиболее интенсивным поглощением NaCl, так как в эти сезоны содержание натрий-иона и хлор-иона оказывается минимальным в сравнении с остальными сезонами, и для натрий-иона это количество колеблется в пределах от 1,8 до 10,5 мг/экв, а для хлор-иона — от 0,3 до 2,2 мг/экв. При этом хлор-ион сосредоточен в основном в верхних горизонтах, а натрий-ион характеризуется более равномерным распределением.

Преобладающими в солевом профиле почв оказались сульфаты натрия, кальция и магния. Соли кальция в летние сезоны сконцентрированы в основном в верхних горизонтах, в то время как соли магния даже в течение лета активно перемещаются вниз по профилю, затем вверх по профилю, достигая во второй половине лета своей максимальной величины 4,9 мг/экв.

Осень характеризуется перераспределением солей за счет вымывания осадками таким образом, что наиболее засоленными оказываются горизонты глубже 60 см. В больших количествах накапливается сульфат натрия. Содержание натрий-иона колеблется в пределах от 20,7 до 27,0 мг/экв, а сульфат-иона — в пределах от 29,7 до 33,5 мг/экв.

Содержание солей магния и кальция в среднем почти одинаково: кальций-ион — от 6 до 8 мг/экв; магний-ион — приблизительно от 3 до 7,5 мг/экв.

Содержание карбонатов как в серополыннике, так и в пырейном серополыннике весьма незначительно и не превышает 0,5 мг/экв.

Для почвы серополынного биюргунника [1—3] (рис. 3) характерно перемещение солей из нижних горизонтов в средние. Летние сезоны характеризуются наибольшим засолением горизонтов, расположенных глубже 60 см.

Для начала лета типично преобладание сульфатов и карбонатов над хлоридами: содержание сульфат-иона и карбонат-иона соответственно равно 9,2 и 2,6 мг/экв, а хлор-иона — всего 0,3 мг/экв. Постепенно содержание хлоридов увеличивается, и они начинают преобладать над карбонатами, содержание последних в разгар осени уменьшается до 0,9 мг/экв.

Содержание солей кальция и магния в количественном отношении изменяется мало, лишь в летние сезоны они постепенно перемещаются вверх по профилю, и в разгар осени основное их количество (магний-ион — 3,0 мг/экв, кальций-ион — 9,3 мг/экв) накапливается на глубине от 25 до 55 см.

В почве серополынного биюргунника также постепенно идет накопление сульфата натрия сначала в нижних горизонтах, а затем постепенное его перемещение в средние, лежащие в пределах от 25 до 55 см, и в разгар осени содержание сульфат-иона равно 24,9 мг/экв, а натрий-иона — 21,8 мг/экв.

Таким образом, сезонное перераспределение солей в почве серопольного биюргунника прямо противоположно перераспределению солей в почве серопольника.

Для почв последнего типичен нисходящий ток солей, для почв серопольного биюргунника — восходящий.

В почве биюргунника [I—4] (рис. 4) сульфаты также преобладают над хлоридами, тем не менее содержание хлоридов в ней по сравнению с остальными разрезами наиболее высокое и максимальное содержание равно 18,5 мг/экв.

В сезонном перераспределении солей наблюдается следующая картина: летом идет постепенное накопление солей с одновременным их перемещением из нижних горизонтов вверх по почвенному профилю.

Затем сульфат и хлорид натрия вновь скапливаются в нижних горизонтах, причем во второй половине лета содержание натрий-иона в самых нижних горизонтах (глубже 90 см) оказывается равным 59,8 мг/экв, хлор-иона — 34,5 мг/экв, сульфат-иона — 32,9 мг/экв.

В начале осени значительная часть сернокислого и солянокислого натрия (Na_2SO_4 , NaCl) вымывается, а оставшееся их количество перемещается в средние горизонты, и в разгар осени содержание натрий-иона равно 21,4 мг/экв, хлор-иона — 10 мг/экв и сульфат-иона — 20,7 мг/экв.

Содержание солей кальция и магния более стабильно, и для них характерно постепенное перемещение вверх по почвенному профилю из нижних горизонтов в средние, в разгар осени основное их количество приурочено к глубине 45—75 см. Максимальное количество кальций-иона приходится на вторую половину лета и равно 12,7 мг/экв, а минимальное — на начало осени (5,9 мг/экв). Содержание магний-иона колеблется в пределах от 2,5 до 4,3 мг/экв.

Карбонаты сосредоточены в основном в верхнем горизонте (15 см) в количестве от 0,7 до 1,2 г/экв.

Таким образом, для почв экологического участка I характерно постепенное накопление в течение вегетационного периода сернокислого натрия, причем в гораздо больших количествах он накапливается в фитоценозах биюргуна. Эти же сообщества отличаются более высоким содержанием карбонатов, а в серопольном биюргуннике карбонаты даже преобладают над хлоридами в летние сезоны, в то время как серопольные ассоциации очень бедны карбонатами.

В этих сообществах по-разному происходит перемещение солей: для биюргунников характерно перемещение солей вверх по почвенному профилю, а почвы серопольников характеризуются нисходящим током солей в течение вегетационного периода.

2. Режим влажности

Почвы экологического участка I (рис. 5—8) неоднородны по влажности. Большой запас влаги характерен для биюргунников; запас влаги в почве серополынных оказался меньше.

Наиболее стабилен по влажности верхний горизонт почвы (0—5 см). На всем участке его влажность колеблется в пределах от 1 до 3% в течение всего вегетационного периода. Исключение составляет начало осени, когда в период дождей влажность этого горизонта возрастает до 6—15%.

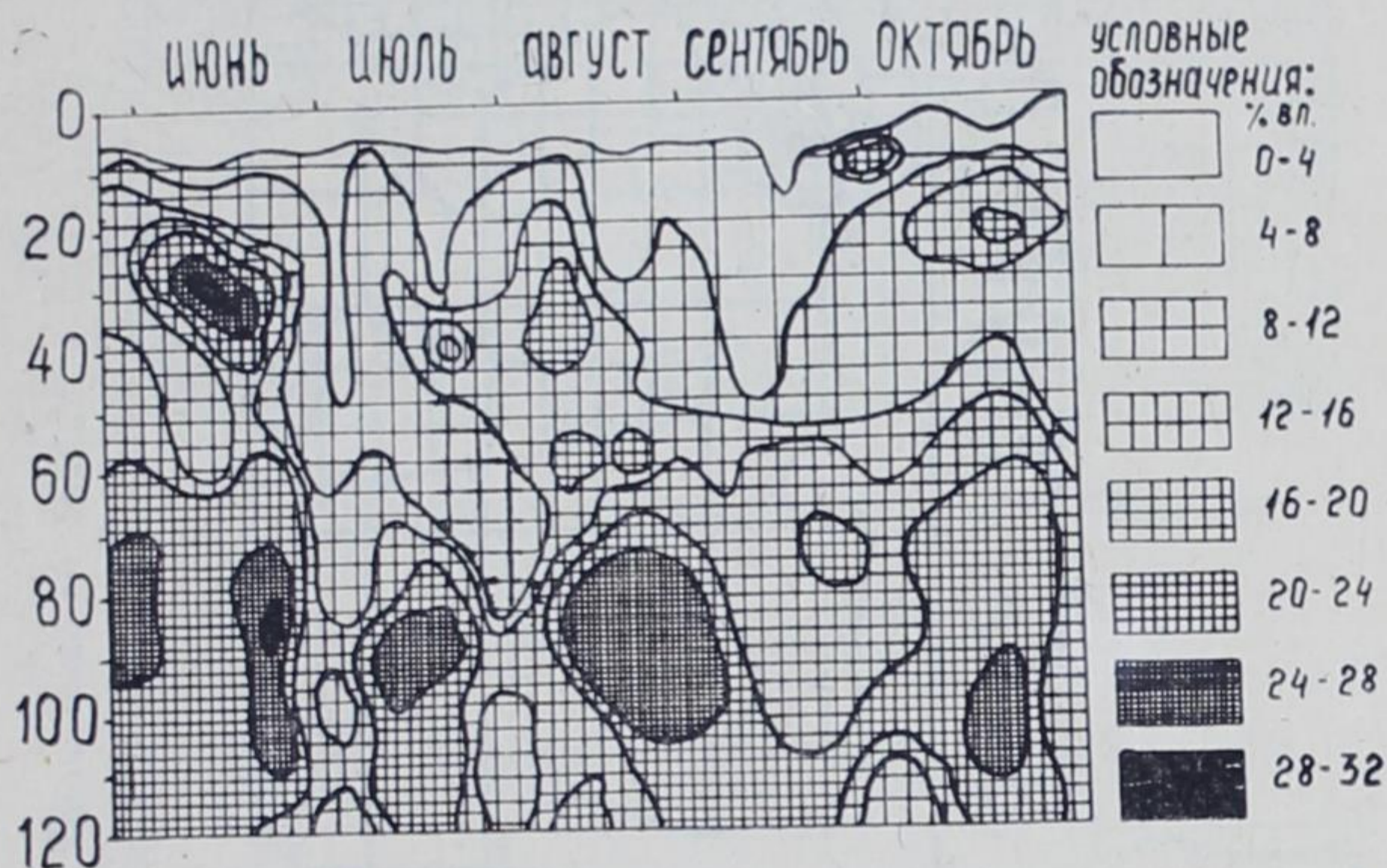


Рис. 5. Хроноизоплеты влажности почвы пырейного серополынного (I-1). Показатели в % от объемного веса почвы (1973 г.)

В начале лета почвы под пырейным серополынным [I-1] имеют, по сравнению с другими сезонами, довольно большой запас влаги (14—18%) в корнеобитаемых горизонтах, лежащих в пределах 10—60 см. На уровне 30 см влажность достигает своей максимальной величины 27—29%. В течение остальных сезонов влажность этих горизонтов колеблется в пределах от 8 до 14% и только во второй половине лета повышается до 14—18%. Такое увеличение влажности, вероятно, объясняется выпадением в этот период осадков.

Наименьший запас влаги в почве пырейного серополынного отмечен в разгар лета и частично во второй половине лета. В это время влажность по всему профилю колеблется от 8 до 14%, и только на границе этих сезонов нижние горизонты (80—120 см) имеют высокую влажность (22—26%).

Начало лета и разгар осени также характеризуются большим запасом влаги в нижних горизонтах (24—28%). Во вто-

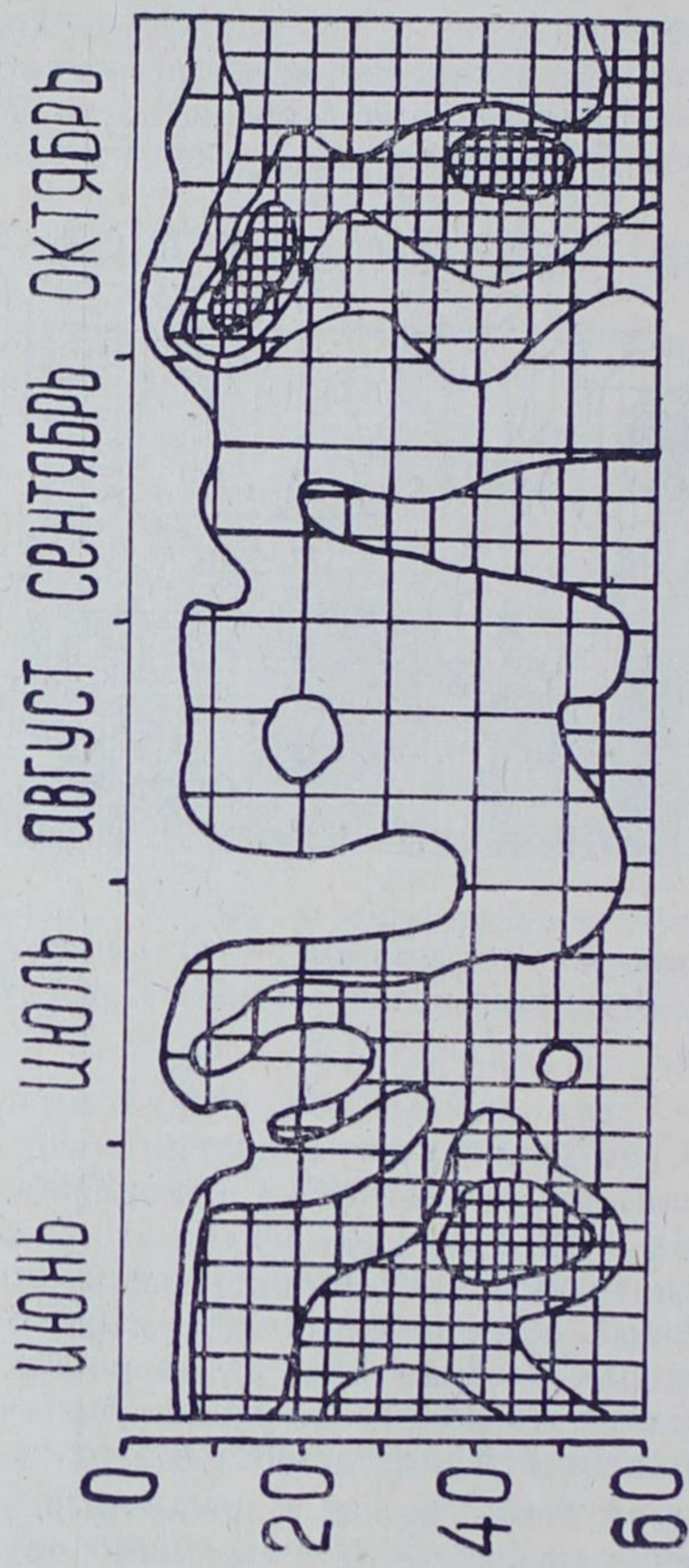


Рис. 6. Хроноизоплеты влажности почвы серополынного (I—2) (1973 г.)
 Условные обозначения см. рис. 5

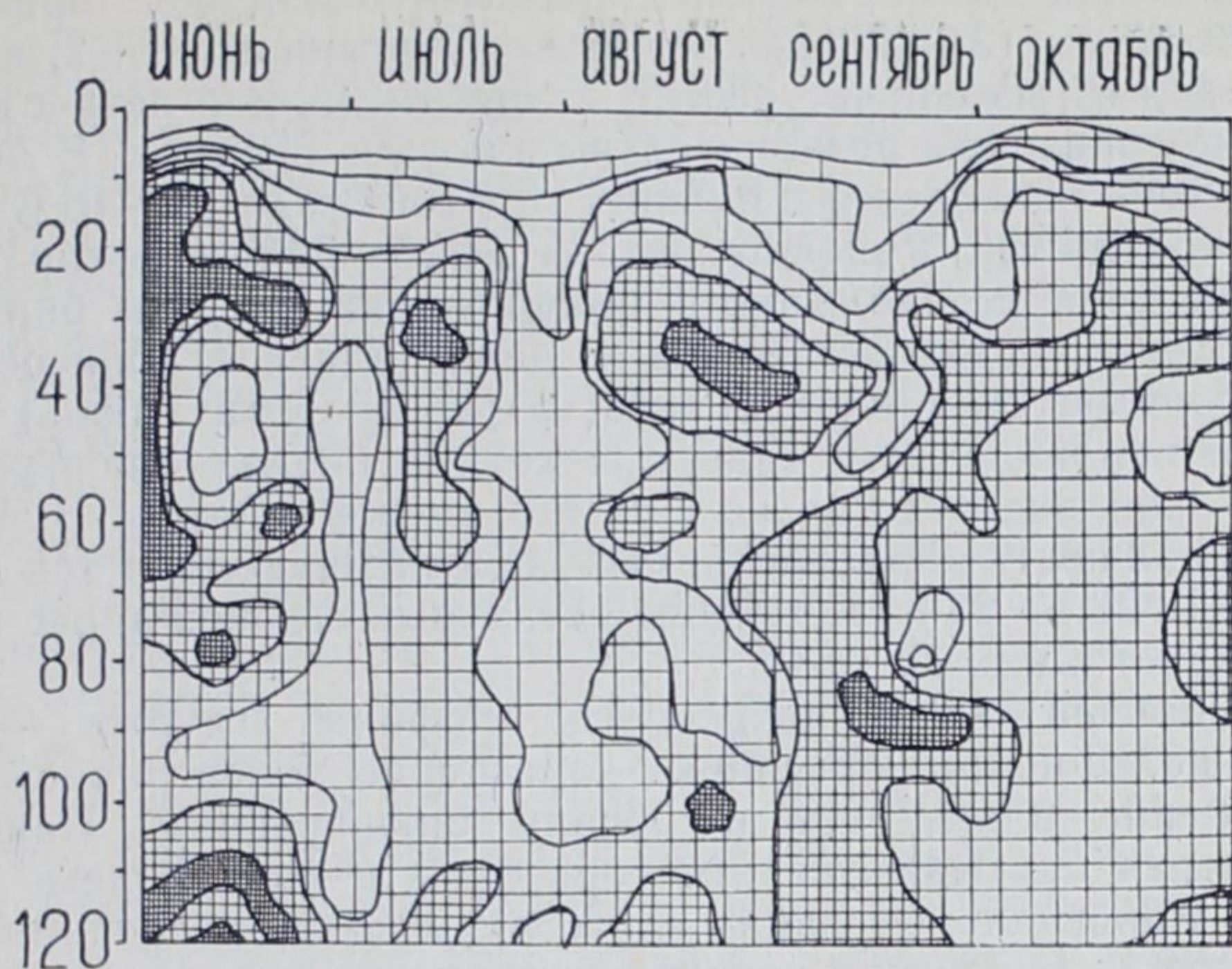


Рис. 7. Хроноизоплеты влажности почвы серопольного биюргунника (I—3) (1973 г.)

Условные обозначения см. рис. 5

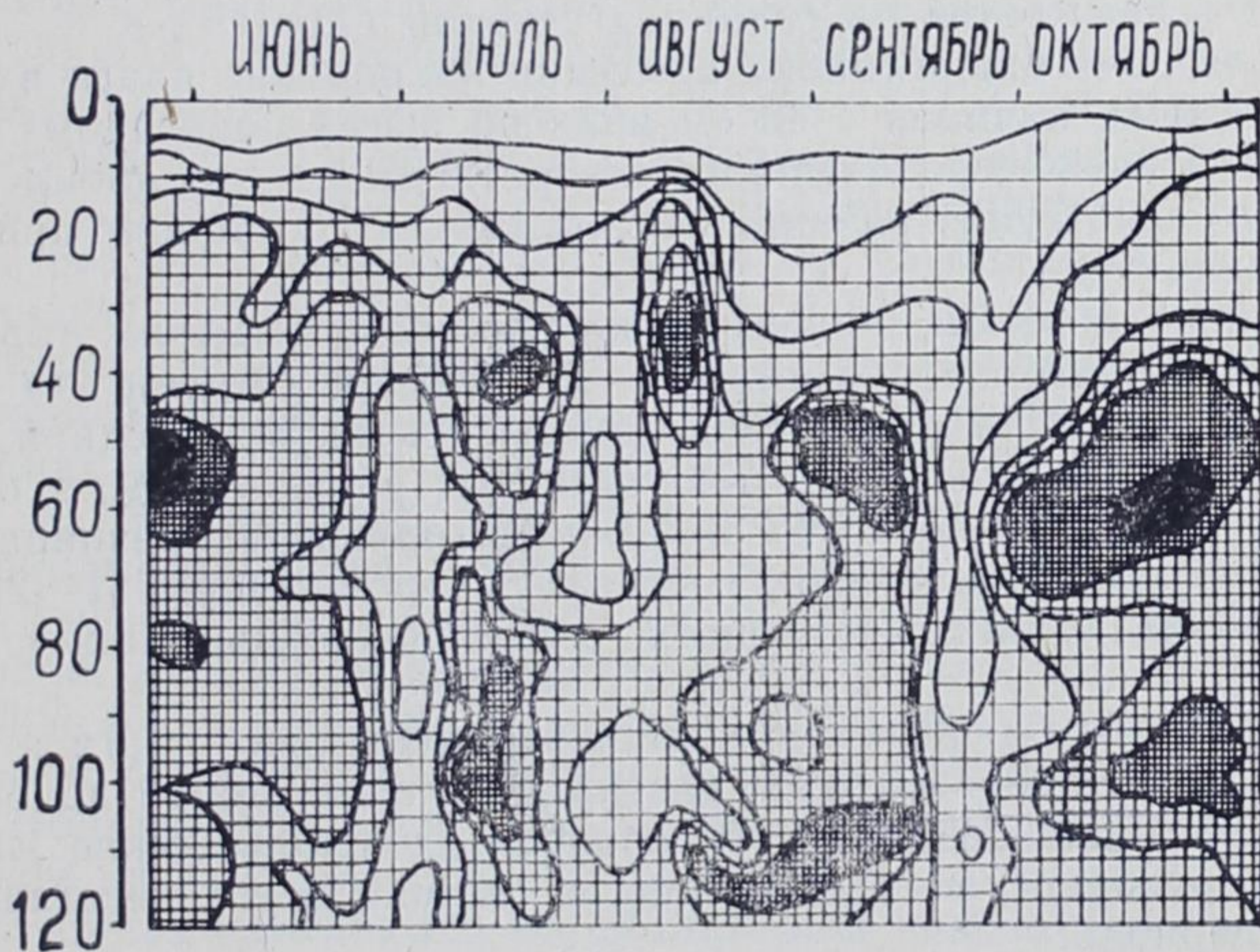


Рис. 8. Хроноизоплеты влажности почвы биюргунника (I—4) (1973 г.)

Условные обозначения см. рис. 5

рой половине лета самыми влажными оказались горизонты глубже 80 см (24—27%). Почва серополынного [1—2] наиболее сухая из всех почв участка I, причем даже в летнее время нижние горизонты незначительно влажнее верхних. В летний период она колеблется в нижних горизонтах от 10—16% в начале лета до 15% в знойное лето и до 20—30% в разгар осени.

Для почв серополынного биюргунника [1—3] и биюргунника [1—4] характерен большой запас влаги в корнеобитаемых горизонтах в начале лета, в разгар лета (июль) и во второй половине лета (август), хотя в почвах биюргунника влага скапливается только в самом начале августа. В эти сезоны влажность корнеобитаемых горизонтов колеблется в пределах от 22 до 28%. В течение остальных сезонов запас влаги составляет в них 12—18%.

В нижней части почвенного профиля (глубже 60 см) в серополынном биюргуннике характерно более равномерное накопление влаги, чем в почвах биюргунника. Наиболее влажными оказываются эти горизонты в начале лета (19—25%). Минимальный запас влаги приходится на начало июля (13—15%). В течение остальных сезонов запас влаги колеблется здесь в пределах от 14 до 20%.

В почвах биюргунника в течение всего вегетационного периода запас влаги периодически колеблется. Максимальное содержание влаги наблюдается в серединах сезонов (20—25%) и снижается на границах сезонов (11—15%).

Для почв биюргунника отмечено накопление влаги в осенние сезоны, начиная с 40 см вниз по всему почвенному профилю. Почвы серополынного биюргунника в это время года значительно суше, разница во влажности составляет приблизительно 5%.

Таким образом, почвы биюргунников в целом гораздо влажнее почв серополынных. В большей степени эта разница чувствуется в корнеобитаемых горизонтах: средний процент влажности в почве биюргунников равен 18,5%, в почве серополынных — 10,5%. В нижних горизонтах разница менее ощутима. Исключение составляет серополынный [1—2], где влажность нижних горизонтов, очевидно, не превышает 15—18%.

Для почв биюргунников типично накопление влаги в корнеобитаемых горизонтах в разгар лета и во второй половине лета, в корнеобитаемых горизонтах серополынных запас влаги распределен равномерно в течение всего вегетационного периода.

3. Температурный режим

Рассмотрим суточный ход температуры почвы по каждому из элементов экосистемы.

Пырейный серополынный [I—1]

В начале лета температура почвы наиболее изменчива на глубине 5 см, меньше — на глубине 20 и 30 см. С 8—10 часов утра начинается повышение температуры, достигающее максимальных величин к 16—18 часам. В это время разница температур на глубине 5 и 30 см достигает 12—14°. Ночью она уменьшается до 3—4°¹. Отмечена разница температур в точках под растениями серой полыни и между ними. В первом случае она ниже на 1—1,5° на глубине 5—10 см и выше на глубине 20—30 см.

Знойное лето характеризуется наибольшими колебаниями температур на глубине 5 см и наименьшими на глубине 30 см. Температура почвы под растением на всех глубинах выше, чем на открытом месте. С глубиной эта разница уменьшается, а кривая становится плавной. Наибольшее расхождение температуры почвы на всех глубинах наблюдается во второй половине дня. Максимальный подъем температуры почвы приходится на 16 часов. В ночное время температуры разных глубин приближаются друг к другу. Различия температур почвы под растением и между растениями можно объяснить различной структурой почвы.

Наибольшие колебания температуры почвы в течение суток наблюдаются на глубине 5 см; чем больше глубина, тем колебания температуры меньше. Температура почвы на глубине 20 и 30 см в течение суток колеблется в пределах 24—25°. Наибольший ее подъем на глубинах 5 и 10 см отмечается в 14 часов (27°), и температура держится примерно на этом уровне до 20 часов, затем постепенно снижается до 23°. Днем разность температуры почвы на глубинах 30 и 5 см составляет 9,0°, ночью — 1,5°. Наибольшее расхождение температуры почвы на различных глубинах наблюдается во второй половине дня. Температура почвы под растением на всех глубинах выше, чем между растениями. Например, на глубине 20 см в растении она выше температуры почвы между растениями на 3°; на глубине 30 см — на 1,5—2°.

В течение суток в начале осени температура почвы на глубинах 20 и 30 см изменяется более плавно, чем на глубинах 5 и 10 см. Амплитуда колебаний температуры почвы на глубинах 20 и 30 см в течение суток составляет 0,1—0,2°, а на глубинах 10 и 5 см — 2—3°. Температуры почвы под растением на глубинах 30 и 20 см и между растениями на тех же глубинах изменяются по одинаковым показателям в течение суток. Температура почвы под растением на глубинах 5

¹ Графические материалы по площадкам 1 и 3 здесь и далее не приводятся, поскольку общий ход изменений метеоэлементов сходен с таковым на площадках 2 и 4.

и 10 см выше на 1—2° температуры почвы между растениями на тех же глубинах. Максимального подъема температура почвы достигает к 16—18 часам, причем в это время наименее всего отличаются показатели температуры почвы разных глубин друг от друга: температура почвы на глубине 30 см на 2—3° выше, чем на глубине 5 см. Ночью разность температур больше, причем температура на глубине 30 см больше температуры почвы на глубине 5 см на 5—6°.

Серополынный [1—2]

В начале лета наибольшую амплитуду колебаний имеет температура почвы на глубине 30 см. Показатели температур почвы на разных глубинах в дневное время, особенно во второй половине дня в момент наивысшего подъема температуры (16—18 час.) отличаются больше друг от друга, чем ночью. Чем больше глубина, тем меньше отличаются друг от друга температуры почвы под растением и между растениями (рис. 9).

В сезон знойного лета температура почвы в течение суток меньше колеблется на глубинах 30 и 20 см, оставаясь примерно на одном уровне (25—26°), наиболее всего колеблется эта температура на глубинах 5 и 10 см; температура почвы на таких глубинах начинает повышаться с 8—10 часов, наивысшего уровня достигает к 16—18 часам (к этому времени повышается и температура на глубинах 20 и 30 см). Температура почвы на глубине 5 см отличается от температуры на глубине 30 см (во время максимального подъема температур) на 7—8°. Ночью показатели температуры на всех глубинах измерения различаются между собой лишь на 1,0—1,5°. Температура почвы на глубине 30 см под растением отличается от температуры почвы между растениями на 0,2—0,3°. Наименее всего показатели температуры почвы отличаются друг от друга в 8 часов; ночью ее показатели несколько расходятся, но значительно меньше, чем в дневное время (рис. 10).

В сезон второй половины лета в течение суток температура почвы колеблется больше на глубине 5 см и меньше на глубине 20 см. Начинает она повышаться с 10 часов, максимального подъема достигает к 18 часам, затем постепенно падает. В дневное время показатели температуры почвы на разных глубинах расходятся больше, чем ночью. Наибольшие колебания температуры почвы наблюдаются на меньших глубинах. По сравнению с ночью температура почвы на глубине 5 см днем отличается на 7—8,5°, а на глубине 20 см — на 1—1,5°. Температура почвы под растением на всех глубинах выше, чем между растениями. Чем больше глубина, тем меньше отличаются температуры почвы в растении от тем-

ператур почвы между растениями. Если, например, разность температур на глубине 5 см составляет $1,5^{\circ}$, то на глубине 20 см — $0,5^{\circ}$. На глубине 5 см под растением температура

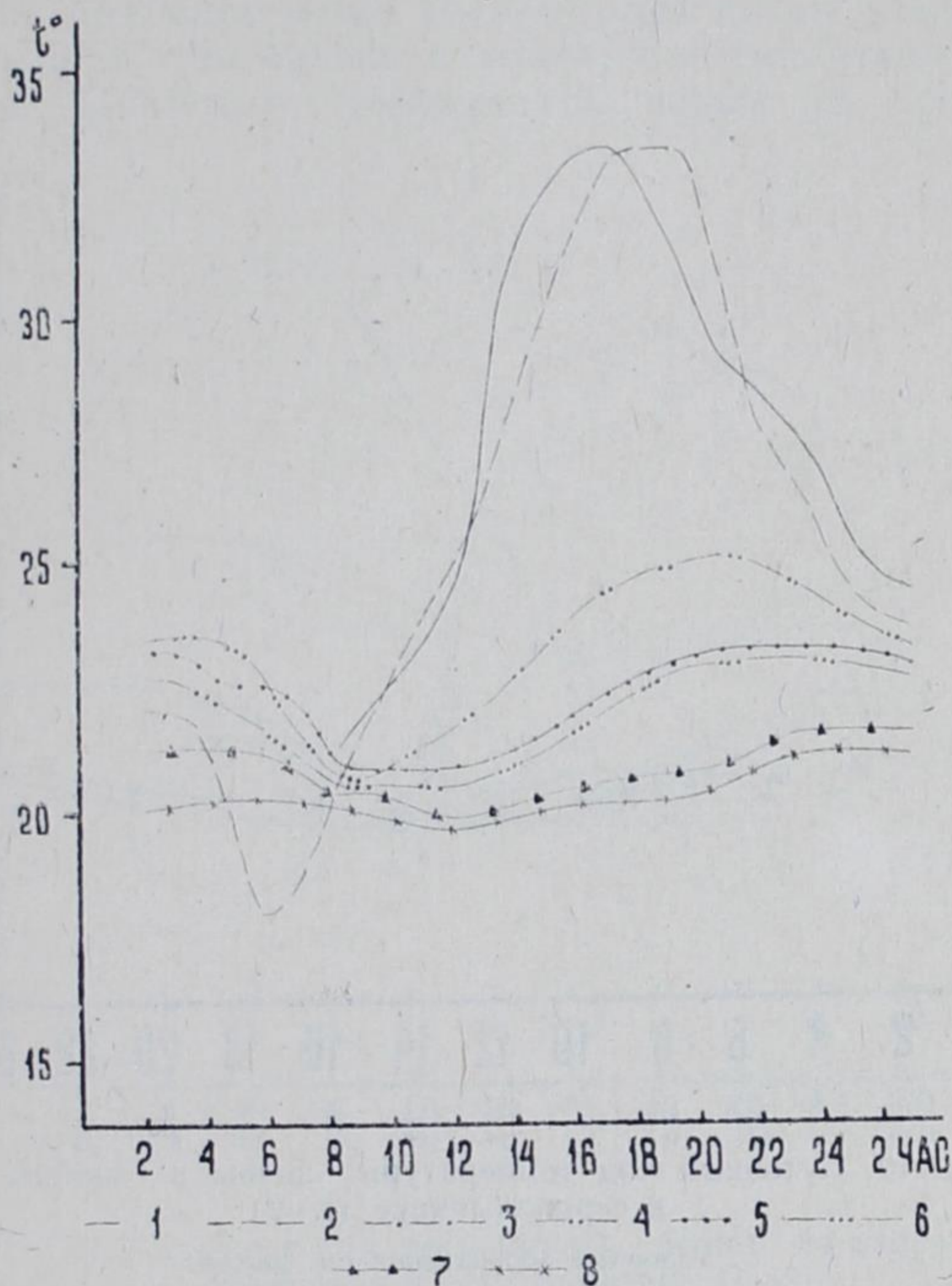


Рис. 9. Суточный ход температуры почвы в начале лета в серополыннике (1—2)

Условные обозначения:

1. на глубине 5 см под растением; 2. на глубине 5 см между растениями; 3. на глубине 10 см под растением; 4. на глубине 10 см между растениями; 5. на глубине 20 см под растением; 6. на глубине 20 см между растениями; 7. на глубине 30 см под растением; 8. на глубине 30 см между растениями.

изменяется более плавно, чем между растениями (рис. 11).

В начале осени температура почвы в течение суток колеблется на глубинах 20 и 30 см меньше, чем на глубинах 5 и 10 см. Поднимается температура почвы тем раньше, чем

меньше глубина; максимального подъема на всех глубинах она достигает к 16—18 часам. Наиболее всего отличаются показатели температуры почвы разных глубин друг от друга

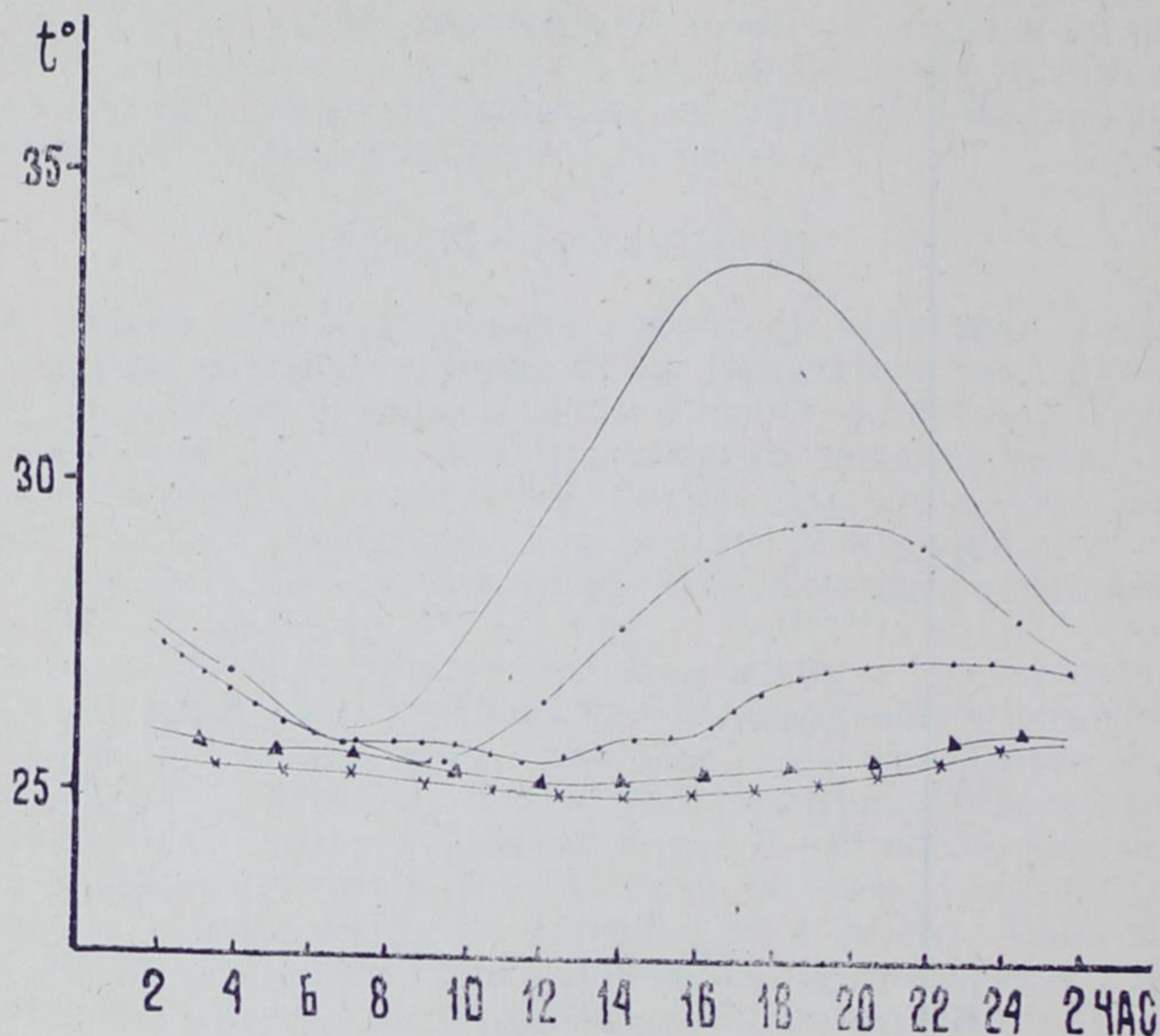


Рис. 10. Суточный ход температуры почвы в знойное лето в серополыннике (I—2)

Условные обозначения см. рис. 9

днем (16—18 час.) и ночью (2—6 час.). Ночью температура почвы на глубине 5 см на 5—6° ниже, чем на глубине 30 см, днем наоборот. Температура под растением на всех глубинах измерения на 1—1,5° выше, чем между растениями (рис. 12).

Серополынный биюргунник [I—3]

Температура почвы в начале лета в течение суток изменяется равномерно. Более всего колеблется она на меньших глубинах — 5 и 10 см. На глубинах 20 и 30 см амплитуда ее колебаний сильно уменьшается. Максимального подъема температура почвы достигает к 16—18 часам, в это время более всего отличаются ее показатели на разных глубинах.

Температура почвы в сезон знойного лета начинает повышаться с 10 часов, наивысший подъем наблюдается в 16 часов. Наиболее резкого отличия температуры почвы разных глубин достигают днем, вечером и ночью показатели сближаются. Наиболее резко температуры почвы изменяются на глубине 5 см, чем больше глубина, тем амплитуда колебаний меньше. Например, температура почвы на глубине 5 см

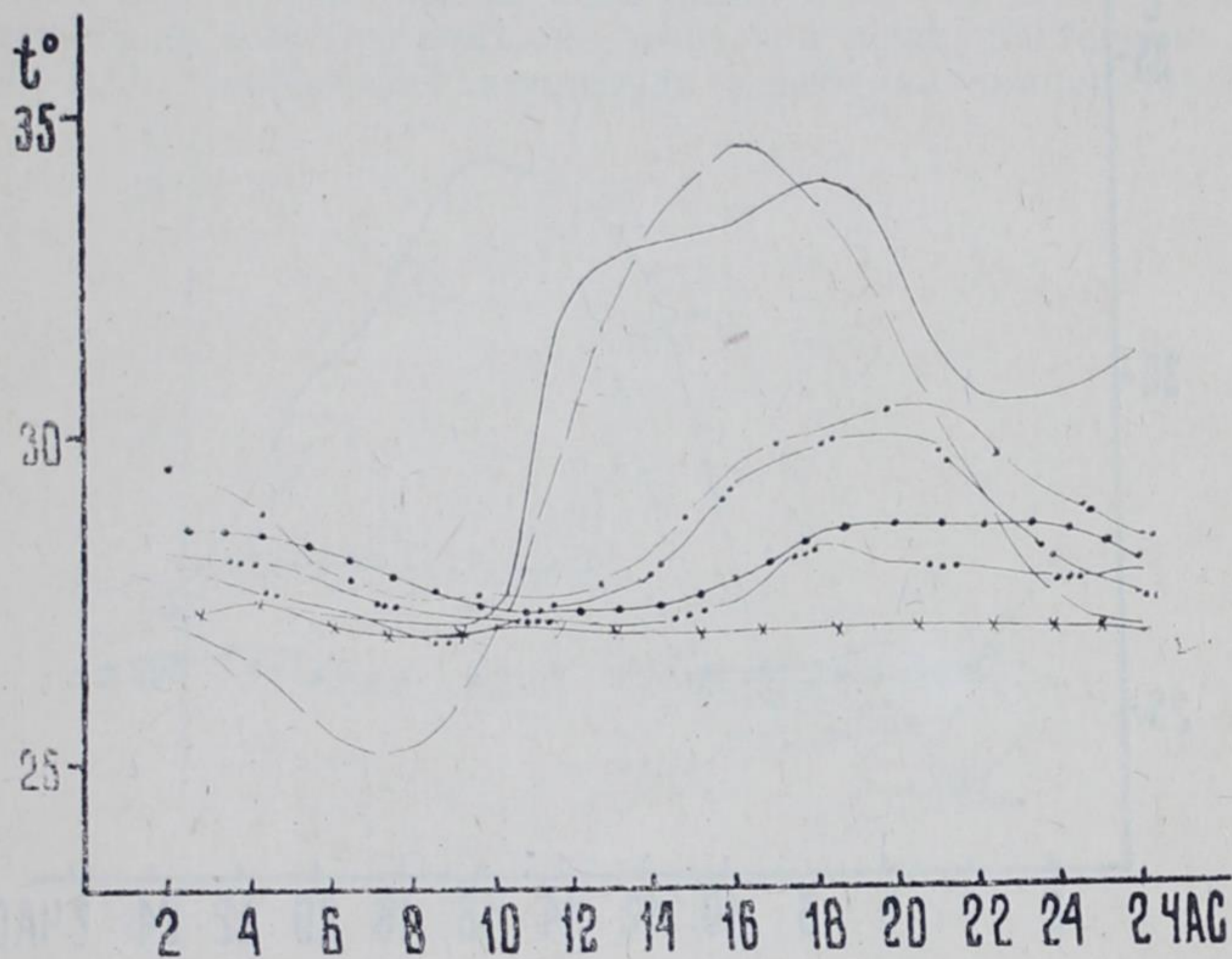


Рис. 11. Суточный ход температуры почвы во второй половине лета в серополыннике (1—2)

Условные обозначения см. рис. 9

под растением в 8 часов составила $24,5^{\circ}$, в 12 часов — 30° , а на глубине 30 см и в 8 и в 12 часов составляла $25,5^{\circ}$. Температуры почвы между растениями и под растениями на всех глубинах очень близки друг к другу; лишь на глубине 5 см температура под растением на $1,0-1,5^{\circ}$ выше температуры почвы между растениями.

Во второй половине лета в течение суток температура почвы наибольшую амплитуду колебаний имеет на глубинах 5 и 10 см ($0,5-1^{\circ}$). Температура на глубине 5 см в ночное время ниже на $2-3^{\circ}$, а днем выше на 8° , чем на глубине 30 см. Колебания температуры почвы тем меньше, чем

больше глубина. Она начинает подниматься на 5 и 10 см с 10 часов, на глубине 20—30 см — с 12 часов. Максимальный подъем температуры почвы наблюдается в 16—18 часов. В это время на глубине 5 см она достигает 27,5—28°, а на глубине 20 см — 24—25,0°. Резкого отличия температур почвы, измеренных между растениями, от температур почвы под

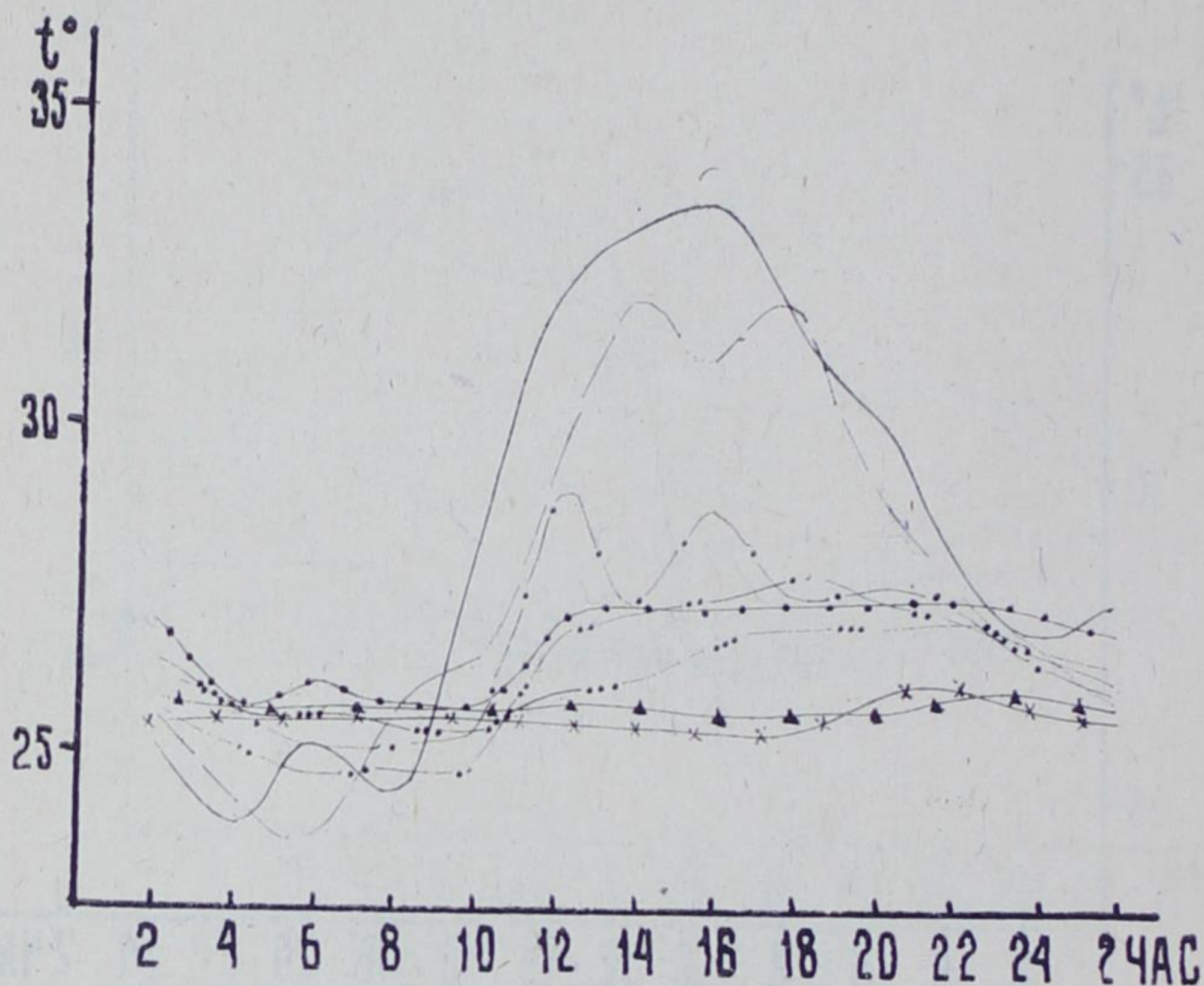


Рис. 12. Суточный ход температуры почвы в начале осени в серополыннике (1—2)

Условные обозначения см. рис. 9

растением нет. Эти показатели изменяются почти одинаково. Наиболее близки температуры почвы разных глубин друг к другу в 10 часов и 22 часа. В ночное время показатели этих температур расходятся друг с другом на 0,5° (на глубинах 10, 20, 30 см), на 1,5—2° отличается температура почвы на глубине 5 см. Наиболее постоянна она на глубине 20 и 30 см, амплитуда колебаний составляет 0,2—0,5° в течение суток.

В сезон начала осени температура почвы на глубине 20 и 30 см в течение суток не изменяется, амплитуда колебаний составляет 0,1—0,2°. Несколько больше колеблется температура почвы на глубинах 5 и 10 см. Амплитуда колебаний составляет 1—3°. К 16—18 часам на глубинах 5 и 10 см она

немного повышается (на $1-1,5^\circ$). Ночью же температура больших глубин выше на $2-3^\circ$ температуры почвы меньших глубин.

Биургунник [I—4]

Температура почвы в начале лета начинает повышаться с 6 часов, максимума подъема достигает к 16—18 часам. Под растением на всех глубинах она выше, чем между растениями, на $1-2,5^\circ$. Наибольшая амплитуда колебаний температуры

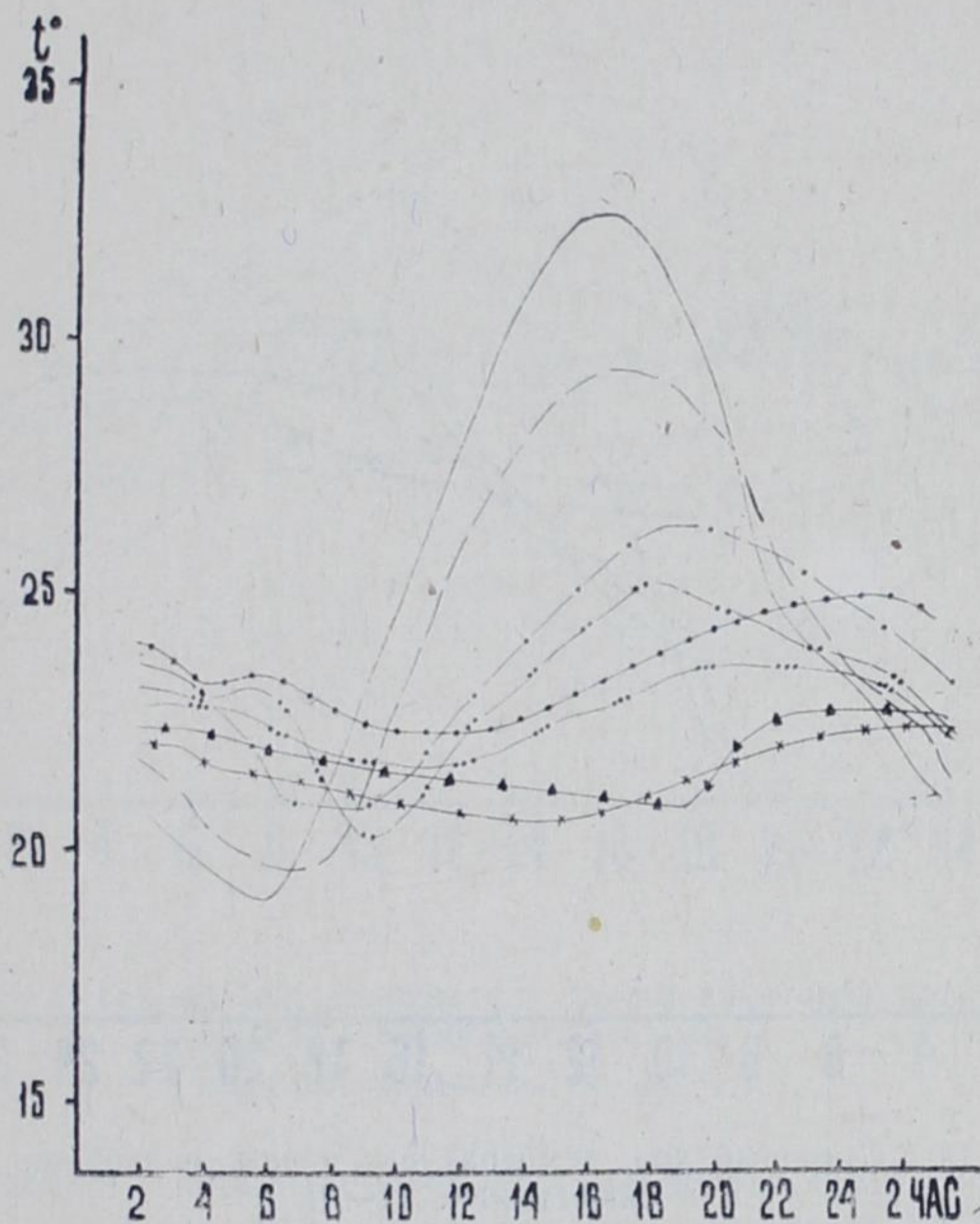


Рис. 13. Суточный ход температуры почвы в начале лета в биургуннике (I—4)

Условные обозначения см. рис. 9

почвы на глубине 5—10 см; чем больше глубина, тем колебания более сглажены (рис. 13).

Температура в сезон знойного лета наиболее плавно изменяется на глубинах 20 и 30 см, наибольшая амплитуда колебаний температуры почвы на глубинах 5 и 10 см. В ночное время на всех глубинах она колеблется очень незна-

чительно, все показатели температуры почвы идут почти параллельно друг другу. В 8—10 часов утра начинается резкий подъем температуры почвы на глубинах 5 и 10 см, незначительно она начинает повышаться с 10 часов на глубине 20 см, на глубине 30 см практически не меняется в течение

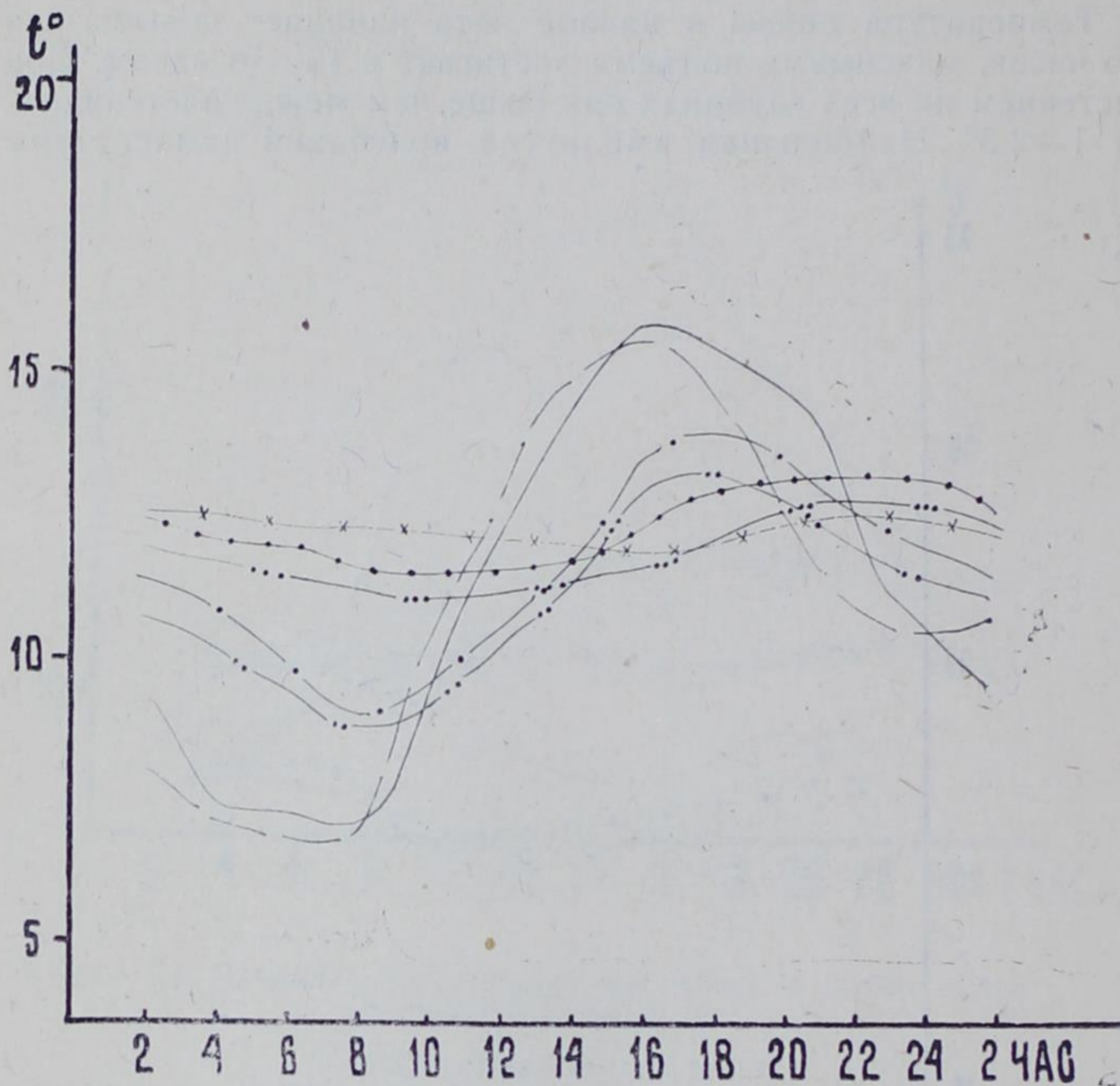


Рис. 14. Суточный ход температуры почвы в знойное лето в биюргуннике (I—4)

Условные обозначения см. рис. 9

суток, амплитуда колебаний составляет 0,2—0,5°. Подъем температуры падает на 12—14 часов. Температура почвы между растениями больше всего отличается от температуры под растением на глубине 5 см, меньше всего — на глубине 30 см. На всех глубинах под растением она выше, чем между растениями (рис. 14), например: на глубине 5 см — на 2°, на глубине 20 см — на 0,5°. Такое отличие температур можно объяснить различной структурой почвы между растениями и под растением.

Во второй половине лета температура почвы в течение суток на всех глубинах изменяется следующим образом. Ночью температуры на разных глубинах отличаются почти так же, как и днем, только амплитуда колебаний ночью значительно меньше. Максимального сближения температуры почвы достигают в 10 часов и в 20 часов (рис. 15). Самого высокого уровня температура достигает к 16 часам, после

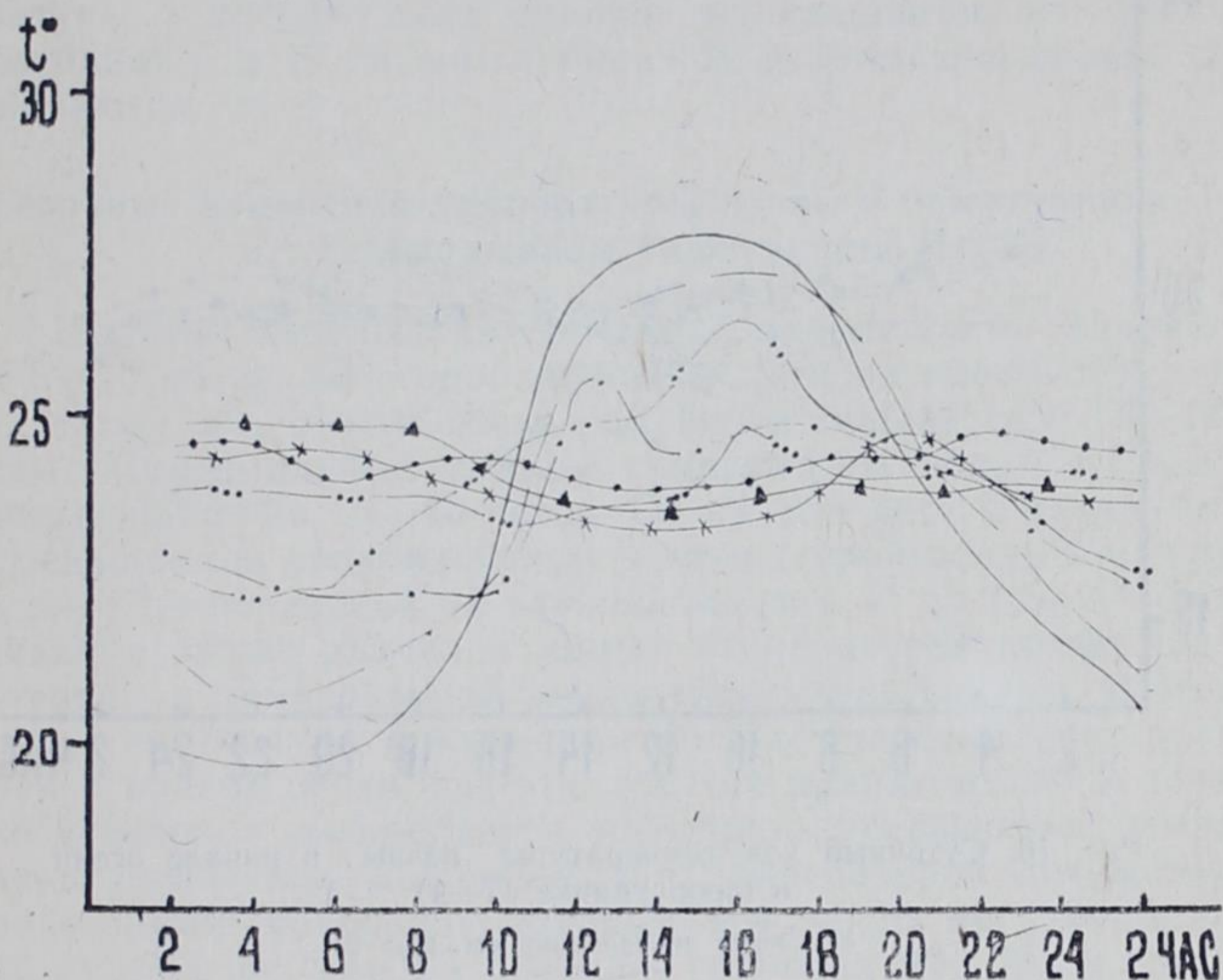


Рис. 15. Суточный ход температуры почвы во второй половине лета в биюргуннике (1—4)

Условные обозначения см. рис. 9

чего снижается. Наиболее резко изменяется температура на глубинах 5 и 10 см, более плавно — на глубинах 20 и 30 см. Например, амплитуда колебаний на глубинах 5 и 10 см днем составляет 1—2°, а на глубинах 20 и 30 см — 0,5—0,8°.

Разница температур почвы между растениями и под растением на всех глубинах в дневное время больше, чем ночью. Днем, например, температура почвы на глубине 10 см между растениями отличается от температуры почвы под растением на той же глубине на 2°, а ночью — на 0,2°. Чем больше глубина, тем меньше отличаются температуры почв на открытом месте и в растении. Например, отличия температуры почвы открытого места от температуры почвы в растении на глу-

бине 10 см составляют $2,0^{\circ}$ (16 часов), 20 см — $1,5^{\circ}$, 30 см — $0,5^{\circ}$ (рис. 15).

Температура почвы ночью на глубине 20 и 30 см под растением выше, чем на открытом месте, днем эти показатели

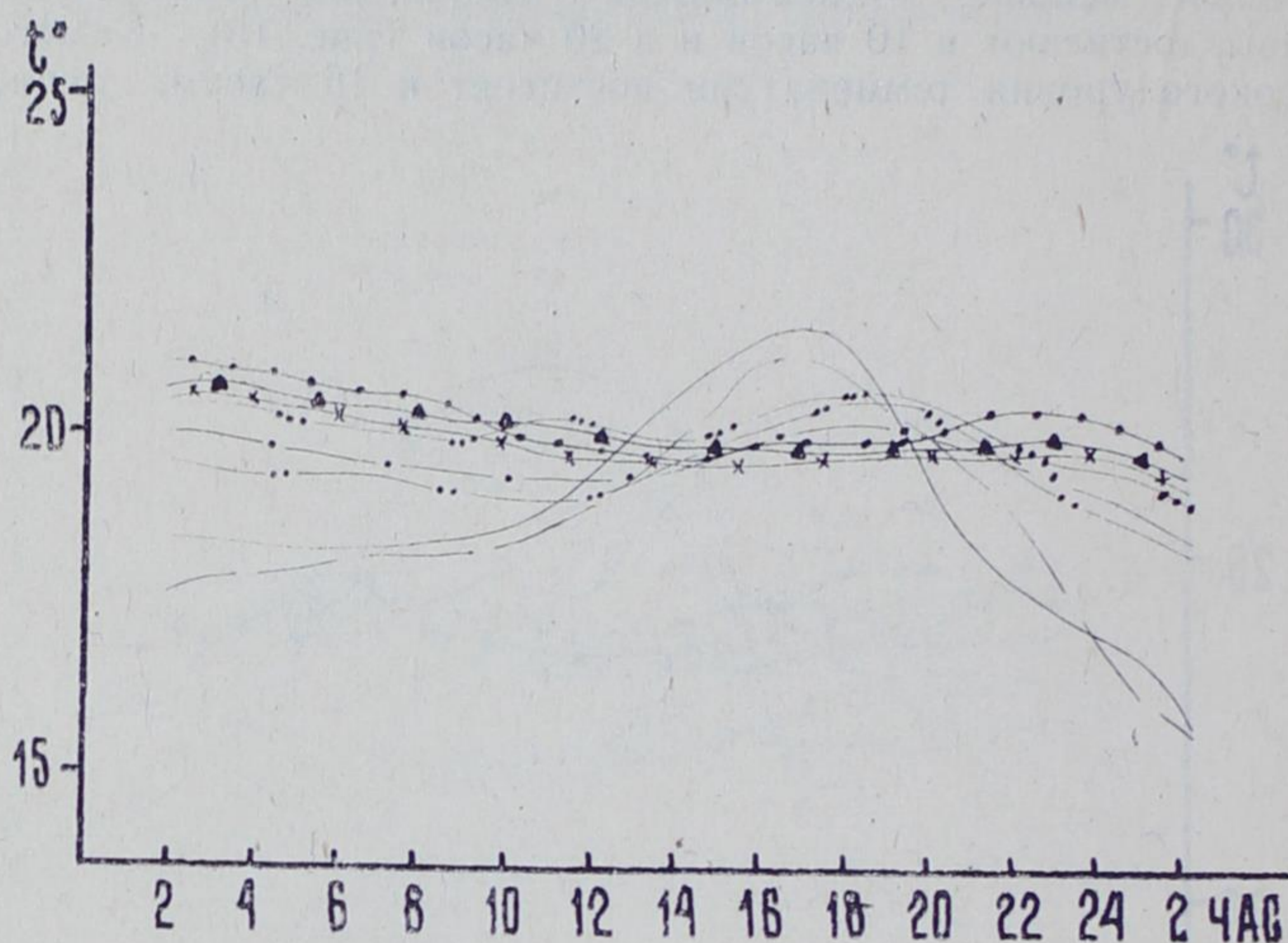


Рис. 16. Суточный ход температуры почвы в начале осени в биюргуннике (I—4)

Условные обозначения см. рис. 9

перекрываются, поэтому где температура почвы больше или меньше — сказать трудно.

Температура почвы в начале осени колеблется незначительно на меньших глубинах. К 16—18 часам на всех глубинах она повышается. Отличия температуры под растением и между растениями на всех глубинах незначительны. На глубине 5—10 см днем она несколько выше, а ночью немного ниже, чем на глубине 20—30 см (рис. 16).

Сезонные изменения температуры почвы в серополыннике [I—2] и в пырейном серополыннике [I—1]

В течение всех сезонов отмечается превышение температуры почвы под растением над температурой почвы между растениями, причем от начала лета к началу осени различия этих температур уменьшаются. Повышение температур почвы в начале лета начинается с 8—10 часов, к началу осени —

к 12—14 часам. В течение всех сезонов максимального значения она достигает к 16—18 часам. Наибольшая разница между температурами почвы на глубинах 5 см и 30 см (во время максимального подъема температур) отмечается летом (6—8°), в начале осени эта разность уменьшается до 2—3°. Отличия температуры почвы дня и ночи в начале лета больше, чем в начале осени. Наибольшие колебания температуры в течение всех сезонов наблюдаются на меньших глубинах 5 и 10 см, на глубинах 20 и 30 см они сильно сглаживаются.

Сезонные изменения температуры почвы в бюргуннике [1—4] и в серополынном бюргуннике [1—3]

Подъем температуры почвы в начале лета начинается в 8—10 часов, во второй половине лета он смещается к 10—12 часам, а в начале осени еще более смещается к 12—14 часам. Максимальный подъем температуры почвы во все сезоны падает на 16—18 часов. От начала лета к началу осени уменьшаются отличия между температурой почвы на глубине 5 см и температурой на глубине 30 см с 11 до 1,5—2°. Уменьшаются также различия между температурой почвы под растением и температурой почвы между растениями. В начале лета температура почвы днем больше отличается от ночной, чем в начале осени, где эти отличия крайне малы. В течение всех сезонов наблюдается некоторое превышение температуры почвы под растением над температурой почвы между растениями, колебания температуры почвы на глубинах 5—10 см больше, чем на больших глубинах 20—30 см, где они очень незначительны.

К. А. ЛУКОМСКАЯ, Е. И. КЛААР

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОФЛОРЫ СЕРО-БУРОЙ ПОЧВЫ БИЮРГУНОВО-СЕРОПОЛЫННОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

Изучению микрофлоры почв степей и пустынь в последнее время уделяется достаточно много внимания в плане выяснения потенциальных возможностей этих почв и их рационального использования [66, 67, 68, 70, 75, 76, 71, 62, 92, 77, 93, 94, 63, 64]. При этом общая численность микроорганизмов почвы рассматривается как один из основных показателей ее биогенности. Поэтому на первом этапе нашей работы основ-

ное внимание было обращено на выявление общего количества микроорганизмов в исследуемой почве. Описание последней приведено на стр. 86 настоящего сборника. Характер фитоценозов описан на стр. 43. Пробы почв анализировались в трех фитоценозах — биюргуновом [I—4], серополынном [I—2] и пырейно-серополынном [I—1], являющихся элементами зональной биюргуново-серополынной экосистемы.

Следует отметить, что основная масса корневых систем растений сосредоточена в верхних горизонтах мощностью 0,5—10 см. В этот горизонт поступает и наибольшая биомасса органического опада, в основном за счет отмирания эфемеров. В горизонтах 10—40 см подземная биомасса значительно меньше, поступление органики ограничивается опадом корневых систем. Глубже 40 см корни высших растений, как правило, не проникают. В соответствии с этим наиболее богат гумусом верхний горизонт, вниз по профилю его содержание падает. Это один из важных моментов, определяющих развитие почвенных микроорганизмов. Наиболее богаты органикой почвы пырейного серополынного и серополынного, гораздо беднее — почвы под биюргуном.

Исследования проводились в сезоны разгара весны, начала лета, знойного лета и осени. Использовались рекомендуемые для биогеоценологических исследований методы [91, 79]. Определение общей численности микроорганизмов проводилось параллельно двумя методами — методом высева почвенного мелкозема по Д. М. Новогрудскому [69] на голодный агар (ГА) и высевам почвенной суспензии из соответствующих разведений на крахмало-аммиачный агар (КАА).

Метод Д. М. Новогрудского позволяет последовательно учитывать три группы микроорганизмов — бактерий, актиномицетов и грибов. Рост микроорганизмов оказывается локализован в водной пленке вокруг почвенной частицы, которая одновременно является природным субстратом, источником выделения микроорганизмов и учетной единицей. Метод позволяет не только учесть количество микроорганизмов, но и описать характер роста их микроколоний. Для работы использовали микроскоп МБИ-3. Подсчет и описание колоний микроорганизмов, развившихся вокруг почвенных частиц, выполняли при увеличении микроскопом: окуляр 10, бинокуляр 1,5, объектив 20.

Метод посева почвенной суспензии из разведений на КАА позволяет учесть число активных микроорганизмов, способных образовывать колонии. На КАА развитие микроорганизмов идет за счет минеральной формы азота. Поскольку серо-бурая почва характеризуется низким содержанием органических форм азота, для учета общей численности микроорганизмов была выбрана крахмало-аммиачная среда. Учет чис-

ленности микроорганизмов на КАА сопровождался описанием наиболее характерных, часто встречающихся колоний и микроскопированием микроорганизмов из них. Повторность высева почвенной суспензии на КАА 5—6-кратная. В таблицах текста приведены средние результаты численности микроорганизмов по сезонам за 1973—1974 гг.

Рассмотрим сезонную динамику численности микроорганизмов в профиле серо-бурой почвы под разными фитоценозами по данным метода Д. М. Новогрудского.

Анализ общей численности микроорганизмов в профиле серо-бурой почвы под биюргуновой ассоциацией за два вегетационных периода свидетельствует о достаточно высоком содержании микробов в почве, исчисляющимся миллионами микробных клеток на 1 грамм.

Максимум численности микроорганизмов наблюдается в разгар весны, а также в период ранней осени, что связано с наиболее благоприятными условиями влажности почвы. Влажность почвы следует считать главенствующим фактором, определяющим численность микроорганизмов (табл. 1). Так, в разгар весны 1974 г. на острове прошли ливневые дожди, которые вызвали повышение влажности почвы в верхних горизонтах более чем в 3—4 раза по сравнению с весенним периодом 1973 г. Повышение влажности почвы при благоприятном температурном режиме не замедлило сказаться на увеличении общей численности микроорганизмов за счет группы бактерий в двух верхних горизонтах почвенного профиля.

В летний период 1974 г. наблюдалась обратная закономерность. Уже начало летнего периода оказалось сухим, осадки не выпадали. Влажность почвы в верхнем горизонте снизилась до 0,6%, а позднее, в разгар лета, до 0,49%. Такое резкое падение влажности почвы привело к массовой гибели почвенных микроорганизмов, общая численность которых снизилась более чем в 5 раз по сравнению с весенним относительно влажным периодом. Снижение численности микроорганизмов в летний сухой и знойный период наблюдалось и в 1973 г. Однако количество микроорганизмов летом 1973 г. оставалось достаточно высоким, что коррелировало с относительно большей в сравнении с летом 1974 г. влажностью почвы (1,2—2,3%). Падение численности почвенных микроорганизмов в летний относительно сухой период — явление, весьма характерное для зоны пустынь. Подобную закономерность при изучении численности микробного населения почв пустынно-степной и пустынной зон наблюдали Л. Н. Палецкая и Н. Т. Киселева [70], Л. Н. Палецкая и др. [71], Е. Г. Попова [75].

Особенно подвержен колебаниям влажности и температуры верхний горизонт почвенного профиля. Это обстоятель-

ство обуславливает и наибольшие колебания численности микроорганизмов в данном горизонте по всем сезонам (табл. 1). Значительно более стабильные условия влажности и температуры почвы характерны для горизонта 19—39 см и тем более для горизонта 39—93 см. Численность микроорганизмов в этих горизонтах изменяется не столь резко при переходе от весеннего сезона к летнему и от летнего к ранней осени. Однако общая тенденция падения численности микроорганизмов в летний сухой период достаточно хорошо видна при анализе данных табл. 1.

Изучение численности микроорганизмов, проведенное по генетическим горизонтам, позволяет установить определенную закономерность падения количества микроорганизмов в глубь по профилю почвенного разреза. Максимум почвенных микроорганизмов сосредоточен в верхнем почвенном горизонте, несмотря на сравнительно жесткие условия влажности почвы. Этот факт, очевидно, можно объяснить, с одной стороны, приспособленностью микроорганизмов почв пустынной зоны к развитию в условиях пониженной влажности, с другой стороны — наиболее высоким содержанием органических веществ, поступающих в данный горизонт с растительным опадом. В нижележащем горизонте на глубине 19—39 см численность микроорганизмов сохраняется на достаточно высоком уровне, хотя уступает поверхностному горизонту почвы, несмотря на относительно лучший режим влажности. На глубине 19—39 см на протяжении всех сезонов сохраняется более стабильная и сравнительно высокая влажность почвы. В почвенном горизонте на глубине 39—93 см отмечается резкое падение численности микроорганизмов, часто в 3—4 и более раз по сравнению с горизонтом 19—39 см. Столь резкое падение численности микроорганизмов на глубине 39—93 см, очевидно, объясняется прежде всего почти полным отсутствием в данном горизонте органических веществ, а также сильной его засоленностью, хотя режим влажности и температуры почвы сравнительно благоприятный для развития микроорганизмов (табл. 1).

Основную группу микробного населения серо-бурой почвы по всем горизонтам во все сезоны составляют бактерии. На их долю приходится более 90% общего числа микроорганизмов. Второе место по численности занимают актиномицеты. Они составляют 4—10% микробного населения. Содержание плесневых грибов в серо-бурой почве минимально и составляет всего десятые доли процента.

Далее перейдем к рассмотрению сезонной динамики численности микроорганизмов в профиле серо-бурой почвы под серополынником.

Общая численность микроорганизмов в почве серопольного фитоценоза, как и в биургуннике, сравнительно высока и составляет миллионы микробных клеток на 1 грамм почвы (табл. 2).

Максимальная численность микроорганизмов по всем горизонтам почвенного профиля приходится на весенний период. Летний относительно сухой период характеризуется значительным падением численности микроорганизмов по всему профилю почвенного разреза. Наибольшее падение их численности отмечено летом 1974 г., когда после влажной теплой весны наступил длительный сухой и жаркий период знойного лета. По всем горизонтам почвенного разреза наблюдалось резкое снижение влажности почвы даже в сравнении с летним сезоном 1973 г. Такое резкое падение влажности вызвало снижение численности микроорганизмов по всем горизонтам в среднем в 5 раз по сравнению с периодом теплой и влажной весны.

Интересно отметить, что почва под серополынником в течение всех сезонов имеет более низкую влажность, нежели почва под биургунником. Меньшая влажность серо-бурой почвы в серополыннике, возможно, объясняется более низким содержанием солей по всем горизонтам почвенного профиля, а следовательно, и меньшей водоудерживающей способностью. Более низкая влажность почвы в серополыннике коррелирует и с несколько меньшим содержанием в ней микроорганизмов в двух верхних горизонтах почвенного профиля по сравнению с почвой биургунника. Однако в более глубоком горизонте (23—85 см) под серополынником в весенний период наблюдается большая численность микроорганизмов, нежели в соответствующем горизонте под биургунником (табл. 2). Этот факт, очевидно, объясняется меньшей засоленностью почвы под серополынниками. В осенний период благоприятный режим влажности и температуры почвы определяет второй подъем численности почвенных микроорганизмов, который приближается к данным весеннего периода по всем горизонтам почвенного профиля в сезоны 1973 и 1974 гг.

Закономерность распределения микроорганизмов по горизонтам почвенного профиля под серополынником идентична закономерности серо-бурой почвы под биургунником. А именно: максимум микроорганизмов локализуется в верхнем генетическом горизонте 0—10 см. К нему по численности микробного населения близок следующий горизонт 10—23 см. Несколько более низкая численность микроорганизмов характерна для горизонта 23—85 см, что, очевидно, связано с бедностью данного горизонта органическими веществами, хотя влажность почвы относительно благоприятна.

Два верхних горизонта почвы серополынного сравнительно богато населены актиномицетами. Количество их определяется сотнями тысяч на 1 грамм почвы, что составляет 8—11% от

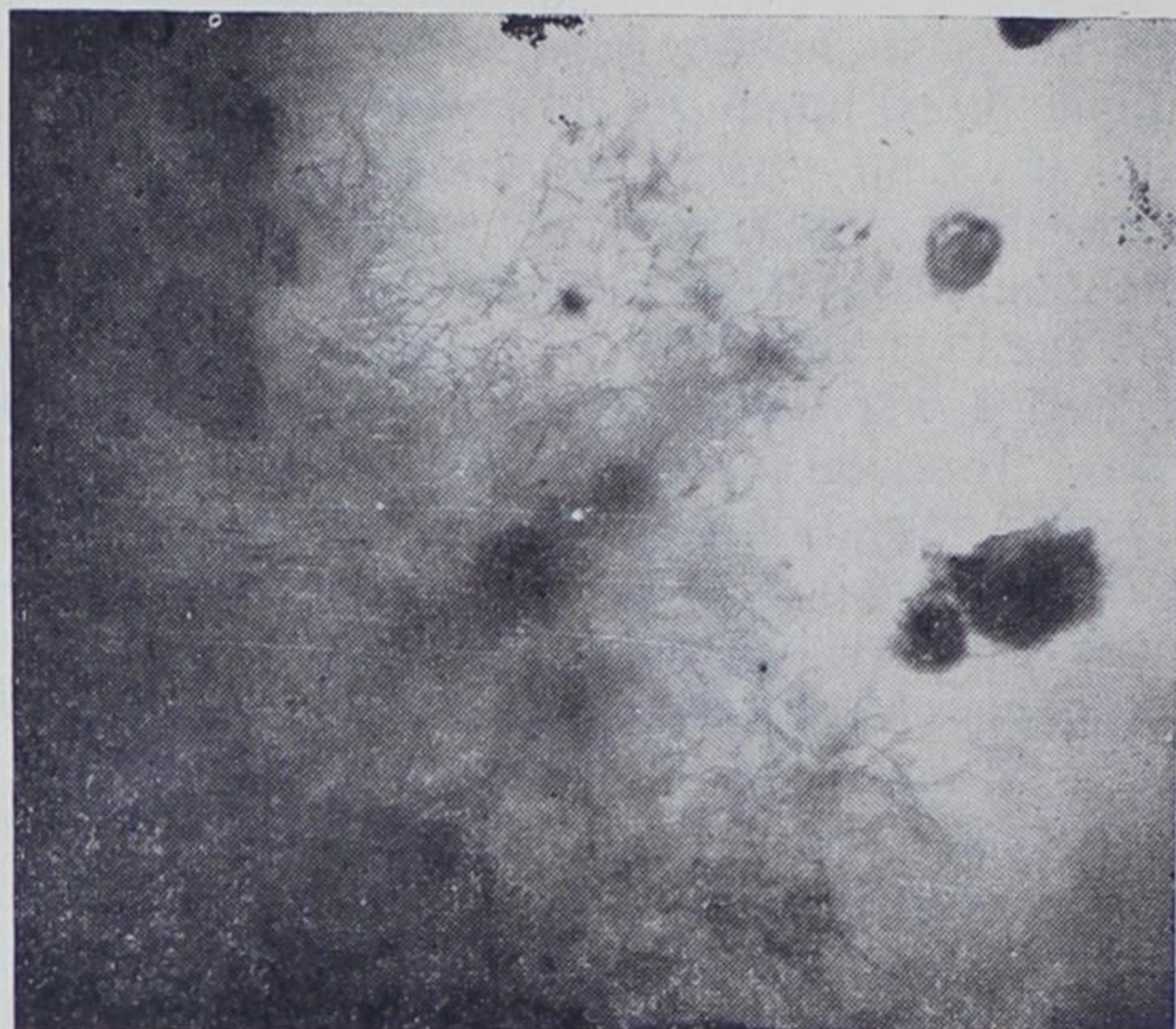


Рис. 1. Рост актиномицета на ГА. Пырейный серополынный (I—1). Верхний почвенный горизонт. Весна 1973 г.

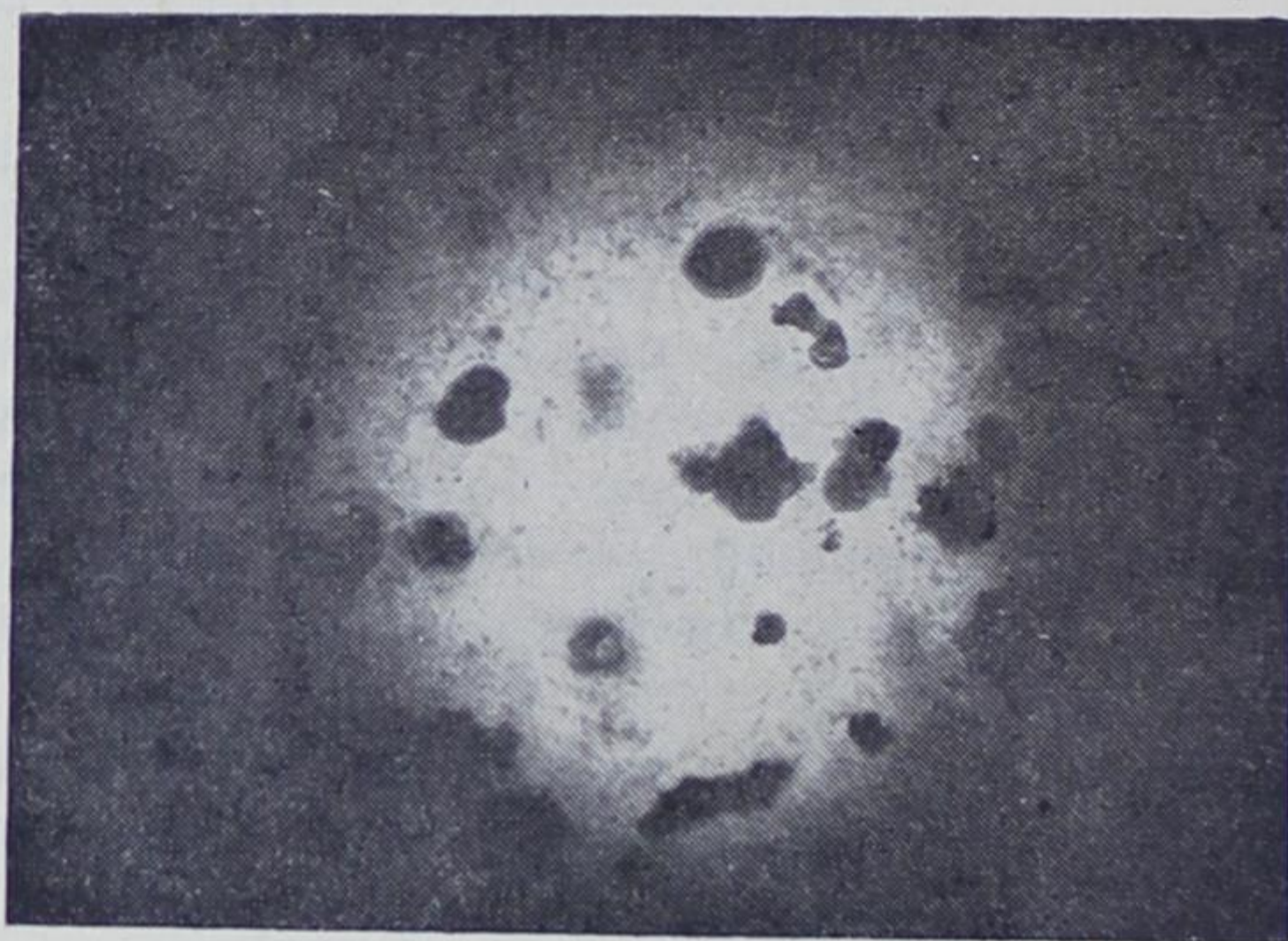


Рис. 2. Рост бактерий на ГА. Пырейный серополынный (I—1). Верхний почвенный горизонт. Весна 1973 г.

общего числа микроорганизмов. Интересно отметить, что при колебаниях абсолютного числа актиномицетов процент их от общего числа микроорганизмов остается в большинстве слу-

чаев более или менее стабильным. Как правило, более пышное развитие актиномицетов приурочено к относительно сухим периодам, когда развитие бактериальной микрофлоры подавлено (весна 1973 г., лето 1973—1974 гг. (табл. 2). Весной 1974 г. в условиях сравнительно высокой влажности почвы и пышного расцвета группы бактерий численность актиномицетов оказалась низкой и составляла лишь 2—3% от общего числа микроорганизмов. Отмеченная выше закономерность динамики численности актиномицетов объясняется большей стойкостью этой группы микроорганизмов к недостатку влаги,

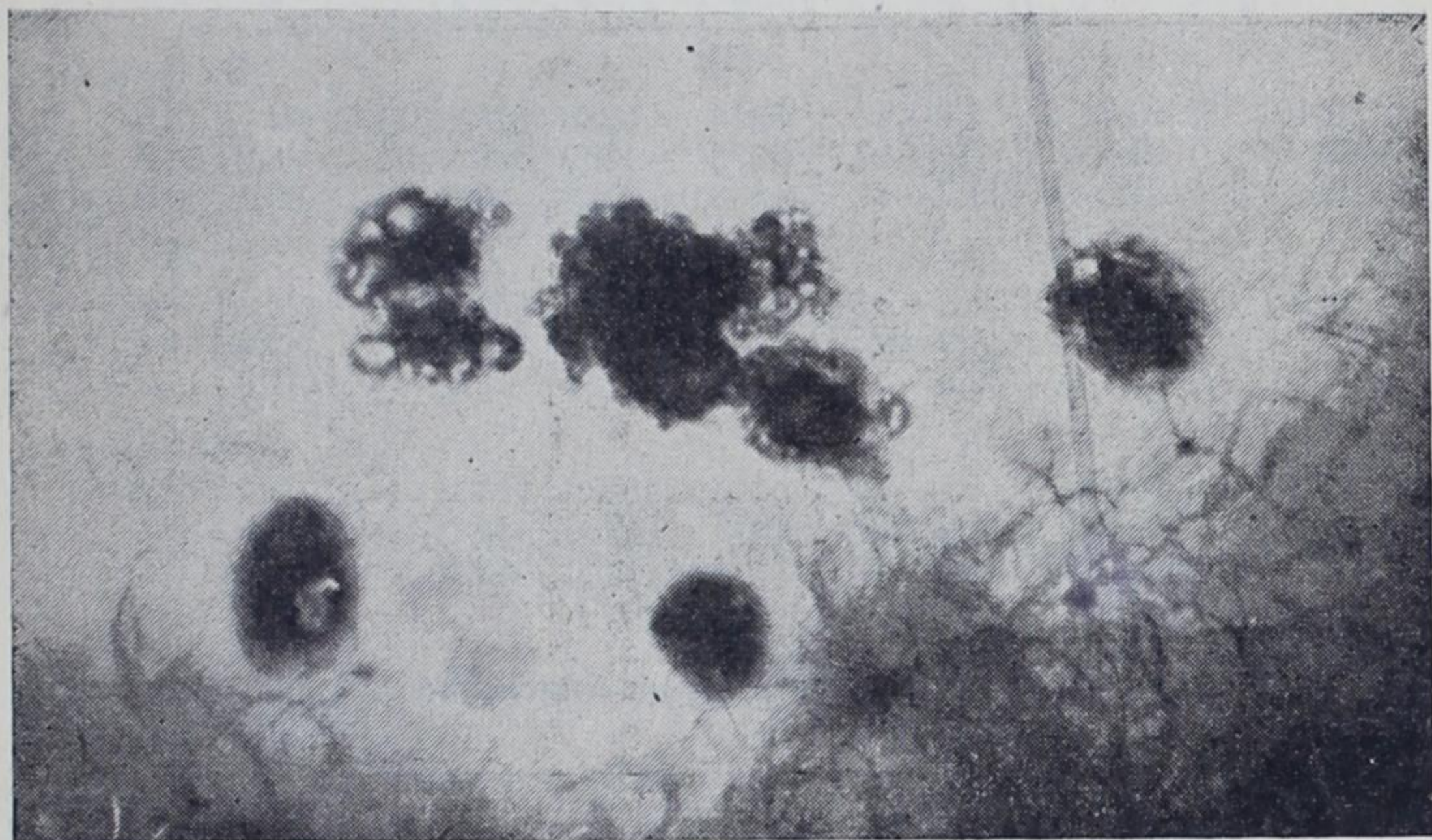


Рис. 3. Рост бактерий и актиномицета на ГА. Серополынный (1—2).
Верхний почвенный горизонт. Весна 1974 г.

а также неприхотливостью к источникам питательного субстрата [45, 43, 65, 75].

В распределении актиномицетов по горизонтам наблюдается та же закономерность, что и для группы бактерий. Основная масса актиномицетов сосредоточена в двух верхних горизонтах почвенного профиля 0—3(10) и 10—23 см. Далее в глубь по профилю абсолютная и относительная численность актиномицетов достаточно резко снижается (табл. 2). Несомненно, что группа актиномицетов, используя в процессе жизнедеятельности самые разнообразные простые и сложные органические и минеральные вещества, принимает активное участие в переработке материала растительного опада в серо-бурой почве.

Перейдем к анализу сезонной динамики численности микроорганизмов в профиле серо-бурой почвы под пырейным

**Сезонная динамика численности микроорганизмов
по данным метода**

Горизонт, см	1973 год								
	t почвы, °C	Влажность почвы, %	Число микроорганизмов						
			в тыс. на 1 г почвы				в % к общему числу микробов		
			общее число микробов	число бактерий	число актино- мицетов	число грибов	бактерий	актино- мицетов	грибов
Весенний									
0—6(10)	23,7	1,8—2	5814	5285	518	11,0	91	8,9	0,1
19—39	21,8	10—12,7	4955	4369	530	56	88,2	10,7	1,1
39—93	21,0	11,7—14	1588,9	1574	9,8	5,1	99,1	0,6	0,3
Летний									
0—6(10)	24,9	1,2—2,3	3205,6	3070	135,6	—	95,8	4,2	—
19—39	23,7	4,9—8,5	2955,8	2827	128,8	—	95,6	4,4	—
39—93	23,0	9,6—16,5	818,7	751	67,1	—	91,8	8,2	—
Осенний									
0—6(10)	21,9—14,7	1,1—3,4	5243	5130	113	—	97,8	2,2	—
19—39	20,2—7,7	11,6—9,6	4088	3956	132	—	96,8	3,2	—
39—93	23,0—16,6	8,1—15,8	1349,6	1263	86,6	—	93,6	6,4	—

**Сезонная динамика численности микроорганизмов
по данным метода**

Горизонт, см	1973 год								
	t почвы, °C	Влажность почвы, %	Число микроорганизмов						
			в тыс. на 1 г почвы				в % к общему числу микробов		
			общее число микробов	число бактерий	число актино- мицетов	число грибов	бактерий	актино- мицетов	грибов
Весенний									
0—3(10)	18,8	1,5—0,75	4751	4356	395	—	92	8	—
10—23	21,7	9,1—8,9	4349	3871	478	—	89	11	—
23—85	26,3	7,1—10,2	2894	2573	321	—	89	11	—
Летний									
0—3(10)	22,3	0,6—2,2	3689	3258	431	—	88,5	11,5	—
10—23	23,4	5,6—5,6	1855,9	1792	63,9	—	96,5	3,5	—
23—85	25,8	6,6—4,0	231,5	215	16,5	—	93	7	—
Осенний									
0—3(10)	20,2—7,0	1,4—3,3	4467	4018	449	—	90	10	—
10—23	20,9—7,6	4,1—10,8	4155	3744	411	—	90	10	—
23—85	20,9—9,4	4,4—12,9	2779	2745	34	—	99	1	—

Таблица 1

в профиле серо-бурой почвы биюргунника
Д. М. Новогрудского

		1974 год						
t почвы, °C	Влажность почвы, %	Число микроорганизмов						
		в тыс. на 1 г почвы				в % к общему числу микробов		
		общее число микробов	число бактерий	число актино- мицетов	число грибов	бактерий	актино- мицетов	грибов
период								
21,2	5,4—8,0	7553,6	7520	18,6	15	99,5	0,3	0,2
18,9	13,7—10,3	5550,3	5510	26,2	14,1	99,2	0,5	0,3
17,9	15,9—9,9	1116,3	1100	16,3	—	98,5	1,5	—
период								
24,5	0,6—0,49	1549,6	1474	75,6	—	95,2	4,8	—
25,2	8,0—5,5	3326	3283	43,0	—	98,8	1,2	—
23,6	16,4—8,7	849,2	823	26,2	—	97	3	—
период								
20,6	1,6	6874	6560	314	—	95,4	4,6	—
21,7	7,54	5765	5489	276	—	95,2	4,8	—
21,4	13,2	2137,8	2040	97,8	—	95,4	4,6	—

Таблица 2

в профиле серо-бурой почвы серополынного
Д. М. Новогрудского

		1974 год						
t почвы, °C	Влажность почвы, %	Число микроорганизмов						
		в тыс. на 1 г почвы				в % к общему числу микробов		
		общее число микробов	число бактерий	число актино- мицетов	число грибов	бактерий	актино- мицетов	грибов
период								
19,6	3,5—6,4	5868,3	5710	141	17,3	97	2,4	0,6
19,7	8,4—8,1	4274,9	4100	164	10,9	96	3,8	0,2
18,2	9,8—5,4	3851,4	3820	31,4	—	98,8	1,2	—
период								
27,2	0,5—0,4	1158	1050	108	—	90,7	9,3	—
27,7	3,5—3,7	1164	958	134	7,2	82,3	11,5	6,2
24,3	5,0—2,7	851,5	768	74,9	8,6	90	8,8	1,2
период								
21,7	2,13	5023,8	4670	344	9,8	93	6,9	0,1
23,5	1,0	5278	4910	368	—	93	7	—
22,4	4,1	2840	2840	—	—	100	—	—

**Сезонная динамика численности микроорганизмов
по данным метода**

Горизонт, см	1973 год								
	t почвы, °C	Влажность почвы, %	Число микроорганизмов						
			в тыс. на 1 г почвы				в % к общему числу микробов		
			общее число микробов	число бактерий	число актино- мицетов	число грибов	бактерий	актино- мицетов	грибов
Весенний									
0—4(10)	23,9	1,1—0,8	5669,7	5010	645	14,7	88	11,4	0,6
16—26	21,4	9,4—11,9	4832,4	4221	599	12,4	87,5	12	0,5
26—70	20,0	12,2—9,3	729,1	634,8	54,4	9,9	91,5	7,5	1
Летний									
0—4(10)	26,0	0,9—1,97	2878	2550	328	—	88,6	11,4	—
16—26	23,8	5,1—6,1	1657	1521	135	—	91,8	8,2	—
26—70	22,3	6,2—13,3	437	419	17	—	96,02	3,98	—
Осенний									
0—4(10)	20,5—11	0,6—2,4	4796	4365	431	—	91	9	—
16—26	22—12	3,6—13,3	3461	3204	257	—	92,5	7,5	—
26—70	20,9—9,4	9,1—7,8	384	357	27	—	93	7	—

серополынником (табл. 3). Он свидетельствует об общих закономерностях развития и распределения микроорганизмов этого сообщества с рассмотренными выше серополынником и биургунником.

Однако следует напомнить, что почва пырейного серополынного характеризуется более богатым содержанием органических веществ в двух верхних горизонтах почвенного профиля за счет большего обилия и разнообразия трав. Относительно большее содержание органики определяет и несколько большую численность микроорганизмов, особенно в периоды, благоприятные по режиму влажности. Так, в период весны и осени 1974 г. в почве пырейно-серополынного сообщества наблюдалась значительно более высокая численность микроорганизмов, нежели в почве биургунника и серополынного. При этом общая численность микроорганизмов возрастала весной в основном за счет группы бактерий, а в период осени — за счет бактерий и актиномицетов. Абсолютная численность актиномицетов в двух верхних горизонтах почвы пырейного серополынного осенью 1974 г. превышала 1 млн. на 1 г почвы.

Несомненно, увеличение содержания органических веществ в почве положительно сказывается на развитии микроорганизмов. Однако анализ данных за два вегетационных периода

в профиле серо-бурой почвы под пырейным серополынником
Д. М. Новогрудского

		1974 год							
t почвы, °C	Влажность почвы, %	Число микроорганизмов							
		в тыс. на 1 г почвы				в % к общему числу микробов			
		общее число микробов	число бактерий	число актино- мицетов	число грибов	бактерий	актино- мицетов	грибов	
период									
21,0	5,2—14,4	11149	10865	271	13	98	1,9	0,1	
18,8	12,6—10,8	8351,4	8035	304	12,4	96,4	3,5	0,1	
18,0	9,3—5,8	1712,6	1632	72	8,6	95,5	4,1	0,4	
период									
27,9	2,9—0,36	1842,1	1695	147,1	—	91,3	8,7	—	
26,0	9,5—6,9	3087,15	2874	202	11,15	93,2	6,5	0,3	
24,4	7,1—9,5	647,1	626,4	20,7	—	96,8	3,2	—	
период									
21,9	0,71	14090	12850	1079	161	91	7,7	1,3	
22,4	8,06	11214	9754	1345	115	88	1,9	0,1	
22,6	4,40	3259,8	3040	198	21,8	94	5,5	0,5	

свидетельствует о том, что в условиях зональной экосистемы о. Барсакельмес ведущим фактором, лимитирующим развитие микроорганизмов, для любого фитоценоза является влажность почвы, особенно в двух верхних горизонтах почвенного профиля. Иное дело, что микроорганизмы аридных почв достаточно хорошо приспособлены к условиям весьма низкой влажности и способны сохранять высокую численность (миллионы микробных клеток на 1 грамм) даже при влажности почвы около 1% (табл. 1, 2, 3).

Что касается температурного режима серо-бурой почвы экосистемы, на протяжении всего вегетационного периода по всем генетическим горизонтам он остается в пределах, вполне благоприятных для развития почвенных микроорганизмов (18—22°). Можно предполагать, что засоление двух верхних горизонтов даже под биургунником не оказывает отрицательного влияния на развитие микробного населения. Очевидно, фактор засоления может в какой-то мере ограничивать численность микроорганизмов лишь в более глубоком горизонте почвенного профиля. Однако основным моментом, лимитирующим развитие почвенных микроорганизмов в нижнем горизонте почвенного профиля (23—93 см), следует считать

общую бедность данного горизонта любой формой органических веществ.

Интересные результаты получены при изучении характера роста колоний микроорганизмов вокруг почвенных частиц.

В весенний период вокруг почвенных частиц в двух верхних горизонтах серо-бурой почвы всех изучавшихся сообществ, как правило, наблюдался обильный рост микроорганизмов. Зоны роста бактерий занимали всю водную сферу вокруг почвенных комочков, образуя мощные бактериальные пленки. Нередко бактериальные пленки нескольких почвенных частиц сливались вместе, формируя общую зону роста. Многие почвенные частицы одновременно являлись образовательными центрами для бактерий и актиномицетов. Актиномицетный рост был представлен хорошо развитым субстратным мицелием и массой конидиеносцев на гифах воздушного мицелия. Рост актиномицетов распространялся далеко в среду от почвенных частиц. Интересно отметить, что в весенний период микроколонии бактерий и актиномицетов вокруг частиц почвенного мелкозема на голодном агаре формировались очень быстро. Учет бактериальных колоний можно было проводить на 3—4-й день с момента посева. Хорошо развитые актиномицеты с образованием конидиеносцев наблюдались на 5—7-й день роста.

Несколько иная картина развития почвенных микроорганизмов отмечена в более глубоком горизонте (29—93 см). Вокруг большинства почвенных частиц наблюдался лишь слабый рост бактерий в виде небольших скоплений вблизи частицы. Зона роста бактерий не распространялась по всей водной пленке, а была локализована в одном из районов по краю почвенной частицы. Лишь изредка на препаратах можно было встретить хорошо сформированные микроколонии бактерий в виде сферических зон роста по всей водной пленке вокруг почвенной частицы. Рост актиномицетов незначителен и был представлен слабо развитым субстратным мицелием и единичными конидиеносцами на гифах воздушного мицелия. Часто на препаратах встречались почвенные частицы, вообще не давшие ни бактериального, ни актиномицетного роста.

В период знойного лета, особенно в 1974 г., характер роста микроорганизмов вокруг частиц почвенного мелкозема на голодном агаре был совершенно иным, нежели весной. Наиболее типичная картина роста наблюдалась в верхнем горизонте. Бактериальный рост в большинстве случаев был представлен исходными группировками микробных клеток, расположенных вплотную к краям почвенной частицы. Лишь иногда удавалось отметить переход бактерий к активному состоянию. Бактериальные клетки выходили в зону водной пленки и рас-

полагались в виде тонкого кольца вокруг почвенной частицы либо по периферии водной сферы. Актиномицеты в основном были представлены субстратным и воздушным мицелием, образования конидиеносцев почти не наблюдалось. Несомненно, что при низкой влажности почвы (0,7—1,1%) подавляющая масса микробного населения почвы находилась в состоянии покоя.

Переход микроорганизмов к активной жизнедеятельности наблюдался лишь к концу второй половины лета — началу осени, что коррелировало с постепенным повышением в верхних почвенных горизонтах содержания органических веществ.

Характер роста микроорганизмов на голодном агаре в период осени близок к тем картинам, которые описаны выше для весеннего сезона. Почти 100% почвенных частиц являлись образовательными центрами. Бактериальный рост представлен хорошо развитыми микроколониями, занимающими всю водную сферу вокруг почвенных частиц. Нередко наблюдалось распространение роста бактерий в среду вне зоны почвенных частиц. Так вокруг нескольких почвенных частиц формировались мощные бактериальные пленки. Рост актиномицетов характеризовался хорошо развитым субстратным и воздушным мицелием с обильным количеством конидиеносцев. На некоторых препаратах нам удавалось наблюдать явление антагонизма актиномицетного и бактериального роста. Вокруг почвенных частиц, где актиномицет оказывался хорошо развитым, рост бактерий был явно подавлен. Бактериальный рост был представлен небольшим скоплением клеток лишь в одном из районов почвенной частицы. Выхода бактериального роста за пределы почвенной частицы в сферу пленки не наблюдалось.

Рассмотрим закономерности динамики численности микроорганизмов, полученные методом посева почвенной суспензии на КАА (табл. 4).

Высев почвенной суспензии на КАА позволяет получить те же закономерности в динамике численности почвенных микроорганизмов, что и метод посева почвенного мелкозема по Д. М. Новогрудскому. А именно: высев почвенной суспензии на КАА подтвердил общую высокую численность микроорганизмов серо-бурой почвы. Наибольшая численность отмечается весной и осенью. В летний знойный и сухой период общая численность микроорганизмов оказывается более низкой. Указанные выше закономерности особенно характерны для верхнего горизонта серо-бурой почвы по трем растительным группировкам. Что касается более глубоких горизонтов почвенного профиля, общая численность микроорганизмов в них по ходу вегетационного периода изменяется не столь резко. Это обстоятельство объясняется более стабильными

Сезонная динамика численности микроорганизмов в профиле серо-бурой почвы по данным метода высева почвенной суспензии на КАА

Фитоценоз	Горизонт, см	1973 год			1974 год		
		Общая численность микроорганизмов, тыс. на 1 г почвы			Общая численность микроорганизмов, тыс. на 1 г почвы		
		весна	лето	осень	весна	лето	осень
Биургунник	0—6(10)	7127	4313	5700	16100	1800	8110
	19—39	2650	1723	2500	7361	1359	5200
	39—93	437	383	900	1440	870	1800
Серополынный	0—3(10)	4960	3130	—	7200	—	10800
	10—23	3020	2480	—	4900	—	6100
	23—85	700	185	—	2400	—	600
Пырейный серополынный	0—4(10)	7033	4430	4929	12063	2570	15730
	16—26	3380	1512	5200	8540	4800	9380
	26—70	680	490	784	2210	815	2100

условиями влажности данных горизонтов. При высева почвенной суспензии на КАА наблюдается ярко выраженная закономерность падения численности микроорганизмов в глубь по почвенному профилю, наиболее резко заметная при переходе к более засоленным горизонтам на глубине 34—40 см.

Приведем описание наиболее характерных часто встречающихся колоний. Из почвенной суспензии верхних горизонтов почвенного профиля на пластинках КАА в массе выделялись колонии, окрашенные в молочно-розовый, молочно-оранжевый, лимонный, желтый, желто-оранжевый и ярко-оранжевый цвета. Из более глубокого горизонта (26—93), как правило, высевались очень мелкие точечные колонии, чаще всего молочно-белые или прозрачные, нередко слизистой консистенции. На мазках, приготовленных из колоний, наиболее часто под микроскопом можно было видеть представителей группы бактерий, микобактерий, микрококков, реже — бацилл. При окраске мазков генциан- или кристалл-виолетом у многих микроорганизмов хорошо была видна ясно выраженная капсула. Развитие капсульного слоя у бактерий следует рассматривать как одно из приспособлений к жизни в условиях низкой влажности.

Впервые проведенные микробиологические исследования серо-бурой почвы зональной биургуново-серополынной экосистемы о. Барсакельмес позволяют составить предварительную характеристику данной почвы.

Общая численность микроорганизмов достаточно высока и исчисляется миллионами микробных клеток на 1 грамм почвы. Большое содержание микроорганизмов в серо-бурой

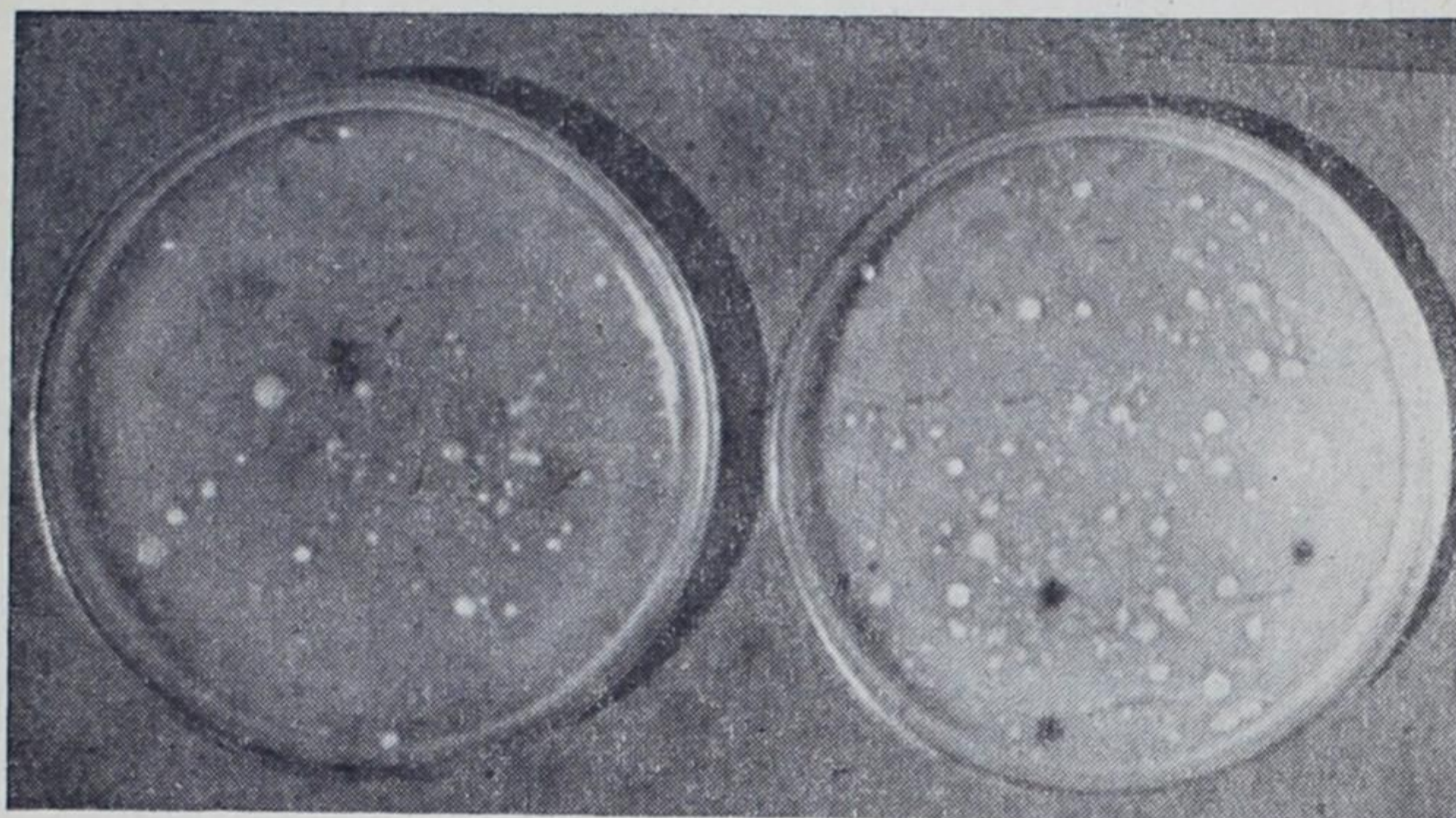


Рис. 4. Высев почвенной суспензии на КАА. Биургунник (1—4). Почвенный горизонт 0—10 см. Весна 1973 г.

Справа — 4-е разведение. Слева — 5-е разведение.



Рис. 5. Высев почвенной суспензии на КАА. Биургунник (1—4). Почвенный горизонт 19—39 см. Весна 1973 г.

Справа — 5-е разведение. Слева — 4-е разведение.

почве свидетельствует о достаточно высокой биогенности почвы, об активно протекающих в ней процессах трансформации органических веществ.

Сезонная динамика численности микроорганизмов характерна для почв пустынной зоны. Максимальная численность

микроорганизмов приходится на период весны или осени. В летний относительно сухой и знойный период численность их резко падает. Однако общая численность микроорганизмов и сезонная динамика их численности год от года могут несколько изменяться в зависимости от погодных условий.

Ведущим, определяющим фактором развития микроорганизмов в серо-бурой почве, независимо от сезона, растительного сообщества и генетического горизонта, следует считать влажность почвы, что также весьма характерно для аридных экосистем.

Анализ распределения микроорганизмов в профиле серо-бурой почвы позволяет сделать вывод о локализации основной массы микробов в верхнем горизонте почвы глубиной до 10 см. Далее в глубь по почвенному профилю наблюдается явное снижение численности микроорганизмов.

Основную группу микроорганизмов серо-бурой почвы составляют бактерии, им принадлежит ведущая роль в почвообразовательных процессах.

Достаточно высокая численность актиномицетов также свидетельствует об их активном участии в трансформации веществ.

К. А. ЛУКОМСКАЯ, О. В. МАКАРЕНКО

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ АЗОТОБАКТЕРА В СЕРО-БУРОЙ ПОЧВЕ БИЮРГУНОВО-СЕРОПОЛЫННОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

Азотобактер является одним из свободно живущих азотфиксирующих микроорганизмов, способствующих поддержанию азотного баланса в почве.

Выделяя физиологически активные вещества, он оказывает стимулирующее влияние на рост и развитие растений.

Азотобактер достаточно широко распространен в почвах разного типа — подзолах, черноземах, сероземах, красноземах, каштатовых и бурых [14, 44, 36, 64 и др.]. Однако до недавнего времени принято было считать, что в почвах Казахстана и Средней Азии азотобактер отсутствует [94].

Исследования, проведенные И. С. Скалон [94], Д. К. Карагуйшиевой [36], Е. Г. Поповой [75] и другими, показали наличие азотобактера в почвах Казахстана и других районах Средней Азии.

Азотобактер очень требователен к влаге. Поэтому в почвах пустынь и степей он ведет себя как эфемер, выделяясь легко и в большом количестве весной и пропадая в летний сухой период [91, 71, 94, 36, 79 и др.]. По данным Д. К. Карагуйшиевой [36], азотобактер начинает устойчиво размножаться при влажности почвы 25—40%. При 15% влажности почвы все штаммы азотобактера гибнут. В условиях высушивания и сильного нагрева поверхностных слоев почвы азотобактер продолжает выделяться в большом количестве из более глубоких горизонтов, сохраняясь относительно хорошо в ризосфере растений. Несмотря на общую требовательность азотобактера к влаге, некоторые авторы [63, 64 и др.] отмечают стойкость этого микроба к высушиванию. Он может сохраняться несколько лет в высушенном состоянии, не изменяя морфологических и физиологических свойств.

Помимо влажности почвы на развитие азотобактера определенное влияние оказывает содержание в почве органических веществ и отдельных минеральных элементов, таких, как фосфор, калий, кальций, молибден и др. [75, 9, 36]. В качестве источника углерода азотобактер потребляет самые разнообразные вещества — маннит, крахмал, декстрин, этиловый спирт, мальтозу, различные оксикислоты, а также продукты лизиса почвенных грибов [36]. Наличие сложных органических азотсодержащих веществ в почве задерживает рост азотобактера. Это обстоятельство, очевидно, объясняется тем, что на почвах, богатых органическими формами азота, пышно развиваются микробы-антагонисты, подавляющие рост азотобактера.

Оптимальный интервал температур почвы роста азотобактера довольно широк. Вполне удовлетворительный рост микроба и продуктивное усвоение молекулярного азота наблюдаются при температуре 20—21°, оптимальная температура роста азотобактера равна 27—30°; при температуре 38—40° рост микроорганизма задерживается [14, 36].

Что касается засоления почвы, то до определенного предела оно не оказывает отрицательного влияния на рост азотобактера. Наоборот, повышенная водоудерживающая способность засоленных почв до некоторой степени может даже стимулировать развитие данного микроба [23, 24, 14, 94].

Пробы почвы отбирались и анализировались в течение всего вегетационного периода в разные феноклиматические сезоны (стр. 20) по трем генетическим горизонтам почвенного профиля.

Для выделения и относительного учета численности азотобактера были опробованы параллельно два метода — метод почвенных пластин и метод высева комочков почвы на Эшби-агар [91, 79]. Однако в процессе работы от метода почвенных

пластин пришлось отказаться, так как в весенний период через 4—5 дней с момента заложения опыта на почве выростала масса мелких точечных слизистых колоний азотобактера, не поддающихся количественному учету. Поэтому для дальнейшей работы решено было остановиться на методе высева комочков почвы на Эшби-агар, что позволяет учесть процент выделения азотобактера из исследуемой почвы и одновременно получить колонии микробов вокруг почвенных частиц. Кроме того, проводилось описание колоний и изучалась морфология микроба на мазках. Промеры клеток и капсул азотобактера выполнены с помощью окулярного и объективного микрометров на микроскопе МБИ-3 при увеличении окуляр 10, бинокуляр 1,5, объектив МИ-90. На каждом мазке промерялись 50 клеток азотобактера, средние величины промеров представлены в табл. 4 и 5.

Анализ экспериментального материала за два вегетационных периода 1973, 1974 гг. свидетельствует о широком распространении азотобактера. Азотобактер удалось выделить из трех горизонтов почвенного профиля под тремя фитоценозами — биургунником, серополынником и пырейным серополынником (табл. 1, 2, 3).

Максимальный подъем численности азотобактера наблюдался в разгар весеннего периода. Вокруг почвенных комочков в массе развивались крупные слизистые колонии азотобактера, диаметром 1—1,5 см, часто окрашенные в темно-коричневый, почти черный цвет (рис. 1). Влажной и теплой весной 1974 г. было зафиксировано 100% выделение азотобактера по всем трем генетическим горизонтам серо-бурой почвы под биургунником и пырейным серополынником (табл. 1, 3). Высев почвенной суспензии из почвы последнего на Эшби-агар из второго-третьего разведений подтвердил высокую численность азотобактера. В верхнем генетическом горизонте абсолютная численность азотобактера составляла 250 тыс. клеток на один грамм почвы. В нижележащем генетическом горизонте численность азотобактера была несколько ниже и равнялась 125 тыс. клеток на один грамм почвы.

Однако уже к концу весны при некотором снижении влажности почвы наблюдалось падение численности азотобактера, особенно в верхнем горизонте. Эта закономерность более ярко выражена в период начала лета. Так, при высева почвы из верхнего горизонта пырейного серополынного лишь 6% почвенных комочков дали колонии азотобактера (табл. 3). Из почвы верхнего генетического горизонта серополынного азотобактера выделить вообще не удалось (табл. 2). Несколько большая численность его сохранялась в верхнем горизонте

Сезонная динамика численности азотобактера в профиле серо-бурой почвы под биургунником

Гори- зонт, см	1973 г.					1974 г.				
	Влажность почвы, %	t почвы, °C	Число высеянных комочков почвы	Число комочков почвы, давших колони азотобактера	% выделения азотобактера	Влажность почвы, %	t почвы, °C	Число высеянных комочков почвы	Число комочков почвы, давших колони азотобактера	% выделения азотобактера
Разгар весны										
0—6	1,84	23,7	77	69	90	8,04	21,2	62	62	100
19—39	10,5	21,8	77	7	9	10,27	18,9	58	58	100
39—93	11,7	21,0	77	2	3	9,22	17,9	57	57	100
Начало лета										
0—6	—	—	—	—	—	0,77	—	63	56	89
19—39	—	—	—	—	—	10,02	—	63	54	86
39—93	—	—	—	—	—	9,08	—	58	8	14
Начало лета										
0—6	2,04	—	62	11	18	0,62	—	56	20	36
19—39	12,75	—	62	31	50	8,3	—	57	41	72
39—93	14,07	—	62	10	16	16,4	—	56	42	75
Знойное лето										
0—6	1,19	24,9	74	2	3	0,49	24,5	—	—	—
19—39	8,54	23,7	75	2	3	5,5	25,2	—	—	—
39—93	16,5	23,0	80	1	1	8,66	23,6	—	—	—
Вторая половина лета										
0—6	2,26	—	63	22	35	1,57	20,6	56	54	96
19—39	4,99	—	62	50	81	7,54	21,7	59	58	98
39—93	9,61	—	59	47	80	13,21	21,4	58	58	100
Начало осени										
0—6	1,09	21,9	80	34	43	—	—	—	—	—
19—39	11,63	20,2	70	56	80	—	—	—	—	—
39—93	8,07	23,3	74	42	57	—	—	—	—	—
Разгар осени										
0—6	3,42	14,7	62	44	71	—	—	55	55	100
19—39	9,58	7,7	65	63	97	—	—	57	57	100
39—93	15,81	16,6	65	61	94	—	—	54	35	65

Сезонная динамика численности азотобактера в профиле серо-бурой почвы под серополынником

Горизонт, см	1973 г.					1974 г.				
	Влажность почвы, %	t почвы, °C	Число высеянных комочков почвы	Число комочков почвы, давших колонии азотобактера	% выделения азотобактера	Влажность почвы, %	t почвы, °C	Число высеянных комочков почвы	Число комочков почвы, давших колонии азотобактера	% выделения азотобактера
Разгар весны										
0—3	1,48	18,8	—	—	—	6,43	19,6	—	—	—
10—23	9,11	21,7	—	—	—	8,06	19,7	—	—	—
23—85	7,15	26,3	—	—	—	5,41	18,2	—	—	—
Начало лета										
0—3	—	—	—	—	—	0,71	—	56	24	43
10—23	—	—	—	—	—	6,67	—	51	51	100
23—85	—	—	—	—	—	6,16	—	49	34	69
Начало лета										
0—3	0,75	—	—	—	—	0,53	—	65	0	0
10—23	8,9	—	—	—	—	3,49	—	65	29	45
23—85	10,2	—	—	—	—	5,05	—	63	51	81
Знойное лето										
0—3	0,63	22,3	66	0	0	0,42	27,2	—	—	—
10—23	5,63	23,4	71	0	0	3,66	27,7	—	—	—
23—85	6,63	25,8	46	0	0	2,66	24,3	—	—	—
Вторая половина лета										
0—3	2,25	—	62	0	0	—	—	61	61	100
10—23	5,64	—	52	12	23	—	—	52	52	100
23—85	4,0	—	52	13	25	—	—	56	56	100
Начало осени										
0—3	1,45	20,2	74	48	65	2,13	21,7	—	—	—
10—23	4,15	20,9	73	54	73	24,09	23,5	—	—	—
23—85	4,41	20,9	67	47	70	4,1	22,4	—	—	—
Разгар осени										
0—3	3,34	7,0	69	69	100	—	—	58	58	100
10—23	10,87	7,6	66	66	100	—	—	57	57	100
23—85	12,95	9,4	72	56	78	—	—	52	13	25

Сезонная динамика численности азотобактера в профиле серо-бурой почвы под пырейным серополынником

Горизонт, см	1973 г.					1974 г.				
	Влажность почвы, %	t почвы, °C	Число высеянных комочков почвы	Число комочков почвы, давших колонии азотобактера	% выделения азотобактера	Влажность почвы, %	t почвы, °C	Число высеянных комочков почвы	Число комочков почвы, давших колонии азотобактера	% выделения азотобактера
Разгар весны										
0—4	1,12	23,9	78	76	96	14,4	21,0	65	65	100
16—26	9,45	21,4	75	11	15	10,83	18,8	59	59	100
26—70	12,24	20,0	70	0	0	5,83	18,0	59	48	81
Начало лета										
0—4	—	—	—	—	—	1,12	—	59	48	81
16—26	—	—	—	—	—	8,82	—	60	60	100
26—70	—	—	—	—	—	6,71	—	59	57	97
Начало лета										
0—4	0,78	—	64	48	75	2,87	—	67	4	6
16—26	11,96	—	60	35	58	9,48	—	58	58	100
26—70	9,26	—	64	7	11	7,09	—	63	63	100
Знойное лето										
0—4	0,96	26,0	83	1	1,2	0,36	27,9	—	—	—
16—26	6,07	23,8	91	2	2,2	6,91	26,0	—	—	—
26—70	13,33	22,3	92	0	0	9,47	24,4	—	—	—
Вторая половина лета										
0—4	1,97	—	64	0	0	0,71	21,9	63	62	98
16—26	5,14	—	63	61	97	8,06	22,4	63	63	100
26—70	6,18	—	60	27	45	4,4	22,6	61	61	100
Начало осени										
0—4	0,65	20,5	66	22	33	—	—	—	—	—
16—26	3,65	22,1	63	57	90	—	—	—	—	—
26—70	6,07	20,9	70	23	33	—	—	—	—	—
Разгар осени										
0—4	2,37	11,6	57	57	100	—	—	55	55	100
16—26	13,3	12,1	55	55	100	—	—	57	49	86
26—70	7,85	9,7	60	58	97	—	—	57	40	70

почвы бюргунника, где 36% высеянных комочков почвы дали колонии азотобактера.

Значительно лучше азотобактер сохранялся в нижних горизонтах почвенного разреза. Так, например, в сезон 1973 г. в период начала лета наблюдалось увеличение процента выделения азотобактера из более глубоких горизонтов почвенного профиля под бюргунником и пырейным серополынником.

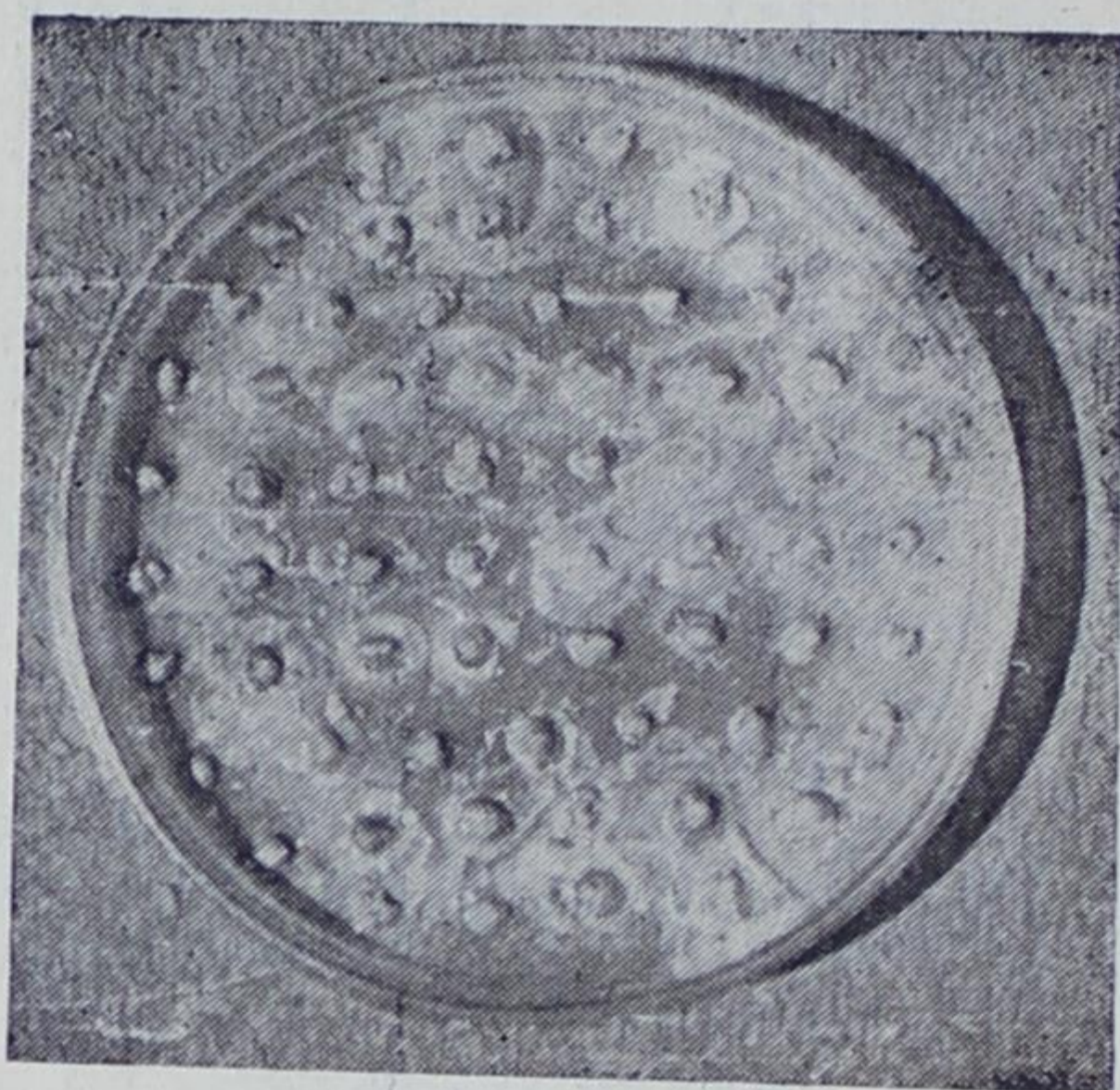


Рис. 1. Колонии азотобактера, выделенные из верхнего почвенного горизонта бюргунника (1—4) в весенний период

ком по сравнению с процентом выделения его из этих горизонтов в весенний период.

В период знойного лета процент выделения азотобактера по всем горизонтам почвенного профиля падал почти до нуля. Летом 1973 г. из почвы серополынного азотобактера выделить не удалось (табл. 2). Процент выделения азотобактера из почвы бюргунника и пырейного серополынного был ничтожно мал (табл. 1, 3). Столь резкое падение численности азотобактера в серо-бурой почве следует объяснять весьма жесткими условиями влажности почвы в летний знойный период.

Таким образом, в условиях пустынного климата азотобактер вел себя как типичный эфемер. Микроб пышно развивался во всех генетических горизонтах почвы под тремя фитоценозами в короткий относительно влажный и теплый период весны. По мере снижения влажности численность азотобактера падала до минимума, процент выделения микроорга-

низма не превышал 2—3 от общего числа высеянных комочков почвы.

Начиная со второй половины лета, азотобактер вновь постепенно переходил к активной жизнедеятельности. В 1973 г. активные формы его во второй половине лета наблюдались в нижних горизонтах почвенного профиля. Однако колонии азотобактера вокруг почвенных комочков были развиты еще слабо, что свидетельствовало о сравнительно низкой жизнеспособности микроба. Некоторые колонии имели атипичную плотную консистенцию, скорее кожистую, нежели слизистую, форма колонии — каплевидная. В верхнем горизонте почвы пырейного серополынного и серополынного на пластинках Эшби-агара наблюдался обильный рост плесневых грибов, способных развиваться при сравнительно низкой влажности почвы. Очевидно, рост грибов подавлял развитие азотобактера. Высев почвы в конце августа 1974 г. показал почти 100%-ное выделение азотобактера по всем генетическим горизонтам почвенного профиля трех фитоценозов (табл. 1, 2, 3). Однако характер колоний азотобактера разных высевок почвы отличался друг от друга. Так, в пырейно-серополынном и биюргуновом фитоценозах из почвы двух верхних горизонтов выделялись крупные колонии азотобактера жидкой слизистой консистенции. Слизь этих колоний была настолько обильна, что покрывала многие почвенные комочки сверху толстым слоем. Колонии азотобактера, выделенные из более глубокого горизонта почвенного разреза, оказались значительно меньше, слизь этих колоний имела более плотную консистенцию. Все чашки Петри с высевом комочков почвы просматривались и описывались дважды — через 5—7 дней с момента посева и позже, через 10—14 дней. В высевах из двух верхних горизонтов почвенного профиля по всем сообществам при втором просмотре было отмечено появление типичных пигментированных колоний *Azotobacter chroococcum*. Интересно отметить, что многие колонии верхнего почвенного горизонта часто дегенерировали, теряя слизистый матрикс. Колонии азотобактера, выделенные из более глубоких горизонтов, отлично сохраняли первоначальную слизистую консистенцию и прежние размеры, как на 5—7-й день роста. Очевидно, после летнего знойного и сухого периода большей жизнеспособностью обладали формы азотобактера, населяющие второй почвенный горизонт, следующий за верхним в глубь по почвенному разрезу. Рост азотобактера нижележащего горизонта в течение всего вегетационного периода был несколько ослаблен. Возможно, этот факт объясняется бедностью питательного субстрата.

В осенний период при относительно благоприятном режиме влажности почвы наблюдался второй подъем численности

азотобактера. Уже в период начала осени сезона 1973 г. процент выделения азотобактера был значительно выше, нежели во вторую половину лета (табл. 1, 2, 3).

Эта закономерность особенно ярко выражена для верхнего генетического горизонта почвы серополынного. В разгар осеннего периода процент выделения азотобактера нередко приближался к данным весны. Так, осенью 1973—1974 гг. в двух верхних горизонтах почвенного профиля по всем растительным ассоциациям было отмечено 100%-ное выделение

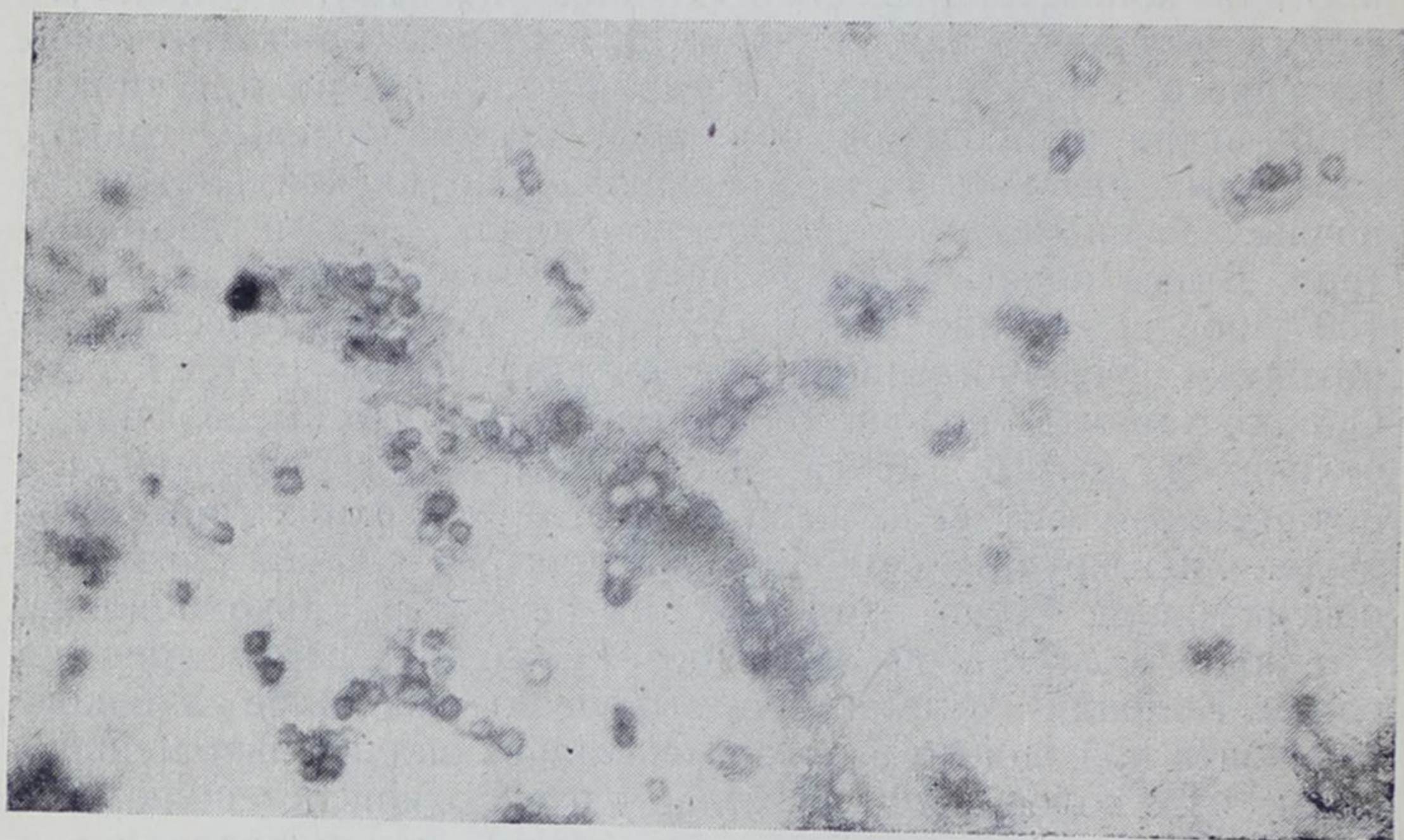


Рис. 2. Морфология азотобактера из верхнего горизонта почвы бигургуника (1—4) в весенний период

азотобактера. Колонии азотобактера, выделенные из верхнего почвенного горизонта, имели крупные размеры, типичную слизистую консистенцию и часто были окрашены в коричнево-черный цвет, столь характерный для *Azotobacter chroococcum*. Колонии азотобактера, выделенные из нижних горизонтов почвенного профиля, как правило, имели мелкие размеры, более густой слизистый матрикс, образования пигмента не наблюдалось.

Микроскопирование мазков из колоний азотобактера позволило проследить морфологические изменения микроорганизма в зависимости от условий среды и сделать предположения о виде азотобактера.

Для весеннего периода были характерны клетки азотобактера крупных размеров (табл. 4 и 5). На препаратах в основном преобладали одиночные палочковидные клетки, кокки и диплококки. Интересно отметить, что клетки азотобактера,

Таблица 4
Морфологическая изменчивость азотобактера по фенологическим периодам года (промеры выполнены в микронах)

Фитоценоз	Горизонт, см	Весна			Лето			Осень		
		длина клетки	ширина клетки	диаметр капсулы	длина клетки	ширина клетки	диаметр капсулы	длина клетки	ширина клетки	диаметр капсулы
Бьюргунник	0—6	3,1	1,9	0,2—0,4	2,5	1,3	0,4	2,4	1,7	0,3—1
	19—39	2,9	1,9	0,2—0,6	2,2	1,2	0,3	3,1	1,8	—
	39—93	2,3	1,8	0,4	1,8	1,1	0,3	2,5	1,3	—
Пырейный серо- пыльнич	0—4	2,3	1,7	0,5	1,8	1,4	0,4	2,8	1,7	0,2—0,7
	16—26	2,2	1,7	0,4	1,6	1,2	0,2—0,5	2,0	1,3	0,2—0,5
	26—70	2,2	1,6	0,4	1,4	1,1	0,2—0,5	2,6	1,4	0,2—0,5
Серопольнич	0—3	—	—	—	1,7	1,1	0,2—0,5	2,2	1,4	0,2—0,3
	10—23	—	—	—	2,2	1,4	0,2—0,5	1,7	1,4	0,2—0,4
	23—85	—	—	—	1,7	1,1	0,2—0,5	2,1	1,3	0,2—0,3

Таблица 5
Максимальные размеры клеток азотобактера (промеры выполнены в микронах)

Фитоценоз	Горизонт, см	Весна			Лето			Осень		
		длина клетки	ширина клетки	диаметр капсулы	длина клетки	ширина клетки	диаметр капсулы	длина клетки	ширина клетки	диаметр капсулы
Бьюргунник	0—6	5	3	0,4	4,5	2	0,4	4,5	3	1,1
	19—39	5	3	0,6	3,5	2	0,6	4,5	3	0,6
	39—93	5	3	0,4	3	1,5	0,6	4,5	2,5	—
Пырейный серо- пыльнич	0—4	5,5	2,5	1,3	3	2	0,6	5,5	2	0,9
	16—26	4,5	2,5	0,7	2	1,5	0,5	3,5	2	0,6
	26—70	4,5	2	0,7	2	1	0,5	4,5	3	0,7
Серопольнич	0—3	—	—	—	3	2	0,5	4,5	2	0,5
	10—23	—	—	—	3	1,5	0,5	3,5	2	0,6
	23—85	—	—	—	3	1,5	0,5	4	2	0,8

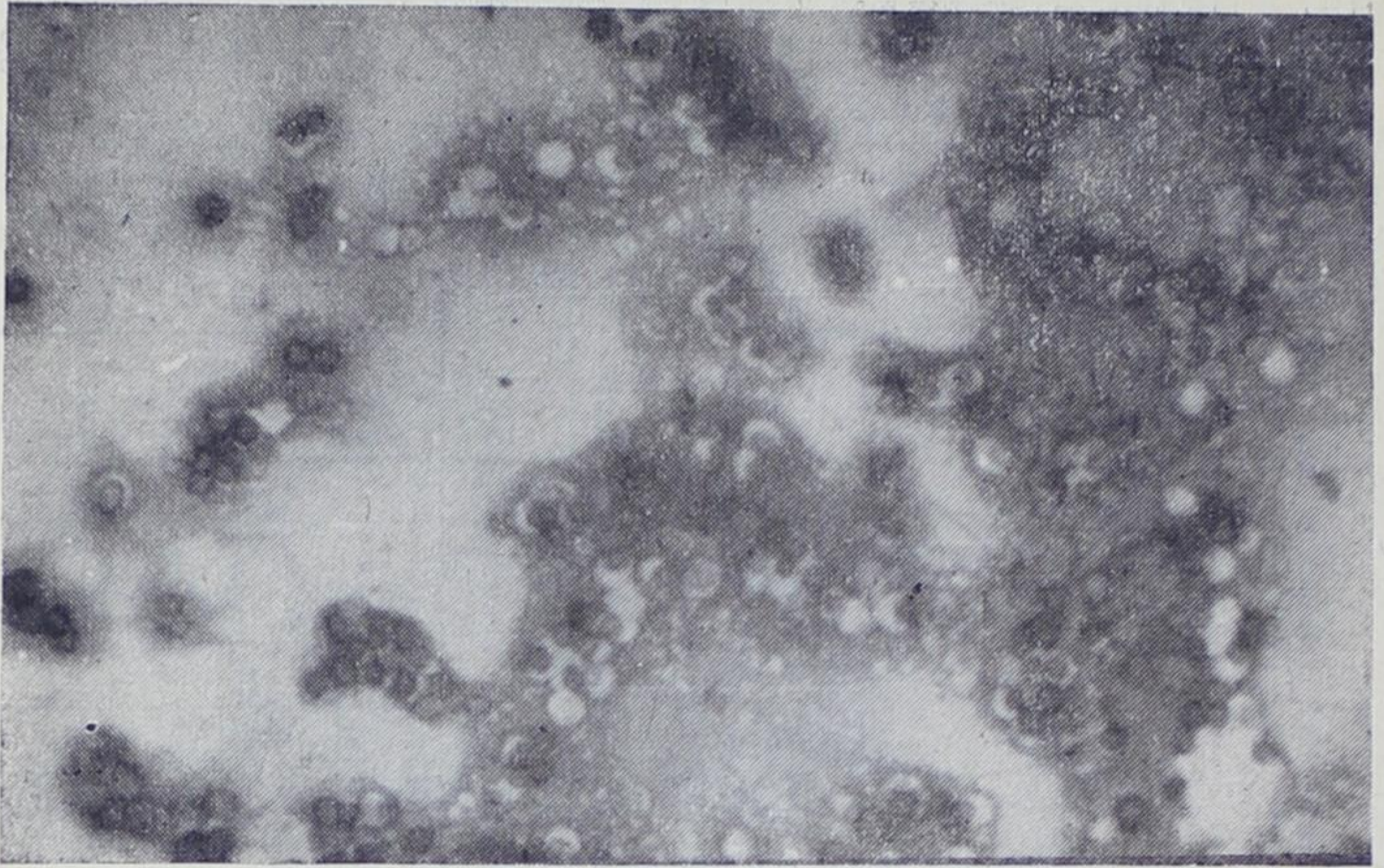


Рис. 3. Морфология азотобактера из верхнего горизонта почвы пырейного серопольяника (I—1) в весенний период

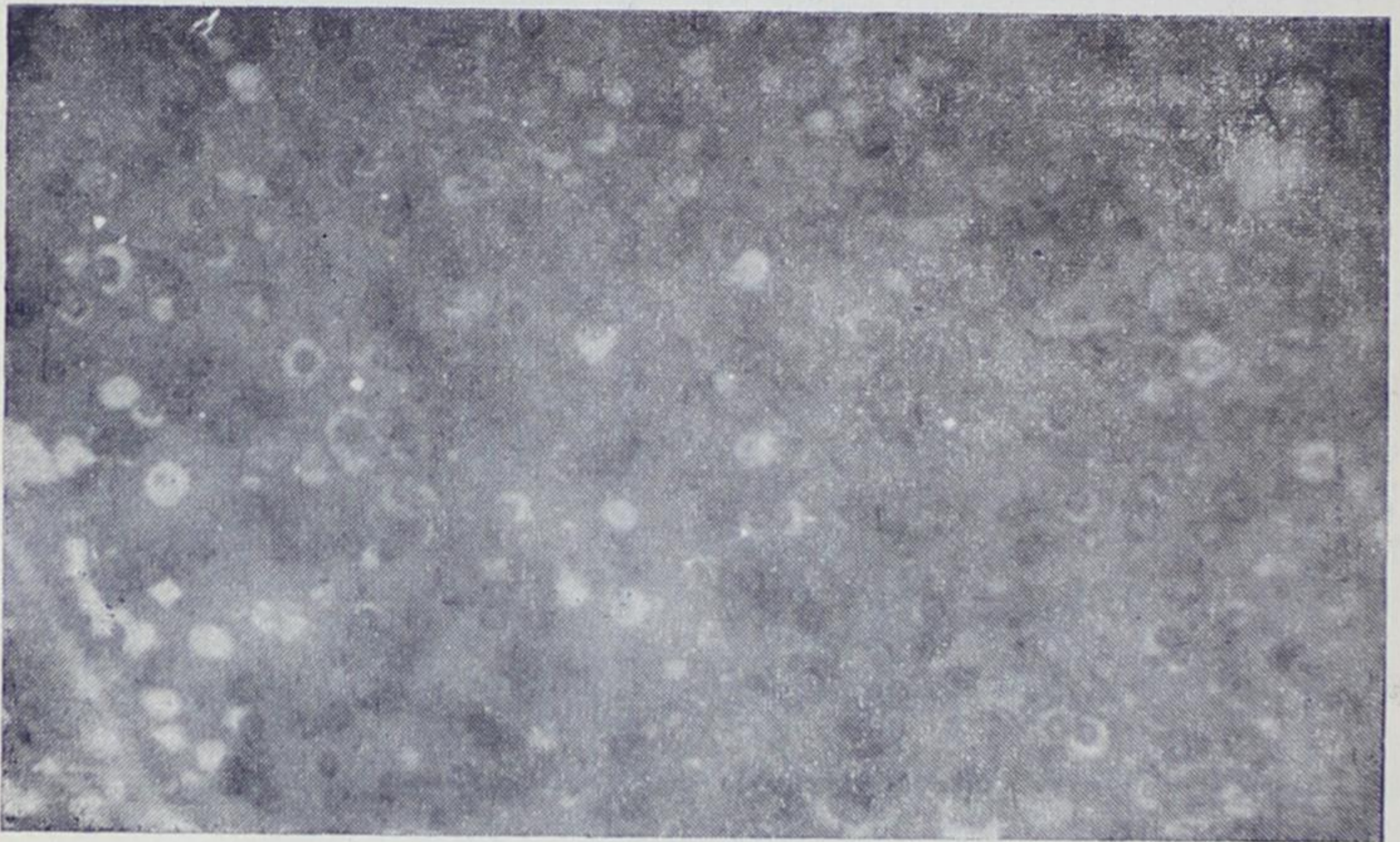


Рис. 4. Морфология азотобактера из верхнего горизонта почвы серопольяника (I—2) в весенний период

выделенного из почвы серополынного и пырейного серополынного, в большинстве случаев имели хорошо выраженные капсулы. Азотобактер, выделенный из почвы биюргунника, преимущественно был представлен почти бескапсульными формами. Можно предположить, что более слабое развитие капсулы азотобактера в биюргуннике объясняется относительно благоприятным режимом влажности.

На мазках азотобактера, выделенного в знойное лето, размер клеток был значительно меньше, нежели весной, кап-

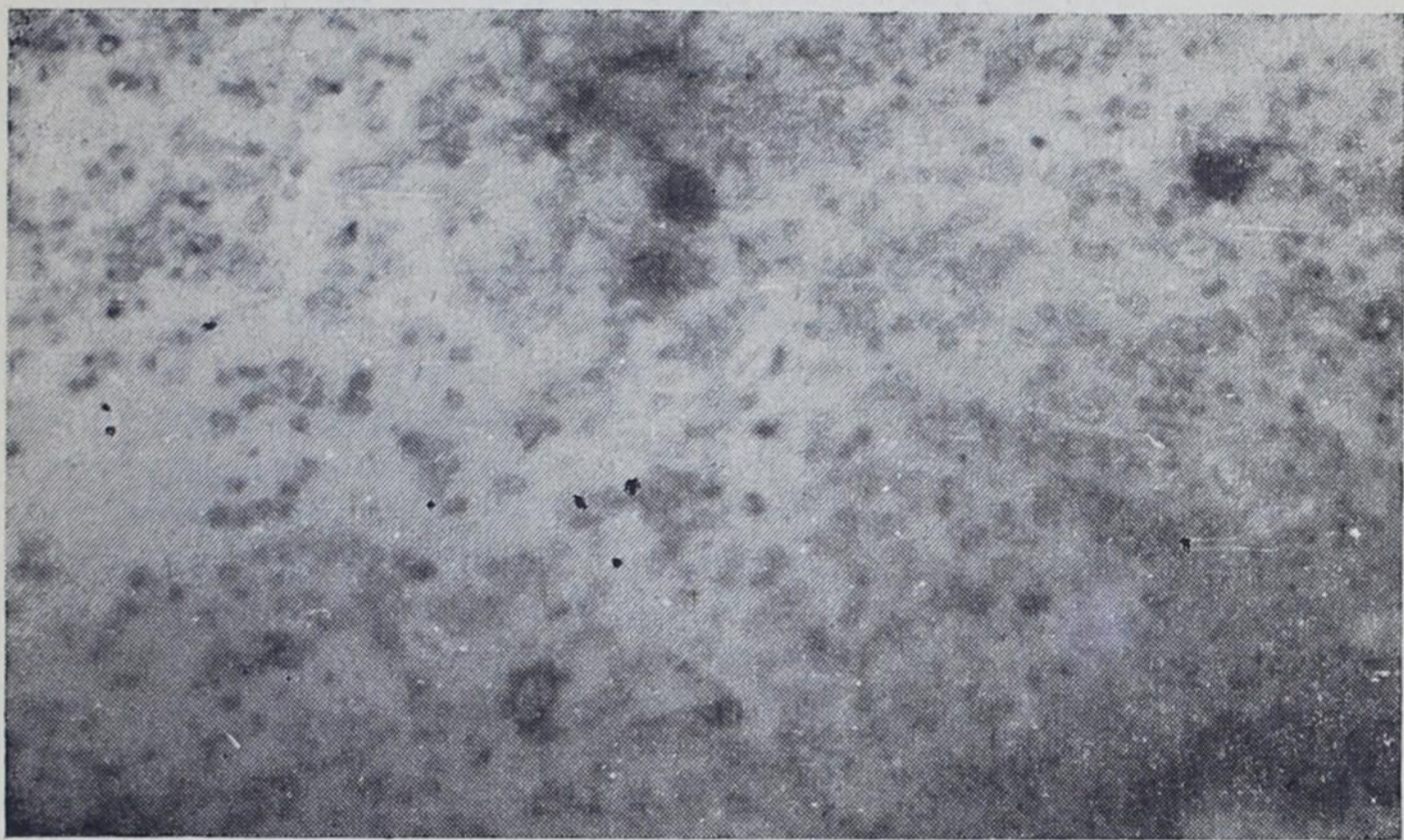


Рис. 5. Морфология азотобактера из верхнего горизонта почвы пырейного серополынного (I—1) в знойное лето

сула просматривалась в виде микрослоя или вообще отсутствовала (табл. 4, 5). На препаратах редко наблюдались одиночно лежащие кокки и диплококки, чаще клетки образовывали неправильные скопления из так называемых сарцинных форм азотобактера, насчитывающих до сорока и более особей. По центру таких скоплений клетки азотобактера были относительно крупнее, нежели по краям. Диаметр клеток не превышал 1,5 мк, диаметр микрокапсул составлял 0,3 мк. Очень редко на препаратах можно было встретить одиночно лежащие кокки или диплококки азотобактера, имеющие и относительно крупные размеры и хорошо выраженную капсулу.

В осенний период клетки азотобактера вновь приобретали типичные морфологические черты, восстанавливались размеры клеток, большинство клеток имели мощную слизистую капсулу. На препаратах в массе встречались молодые палочко-

видные формы либо одиночно лежащие кокки и диплококки. Сарцинных форм азотобактера, столь характерных для летнего сухого периода, на осенних препаратах встречено не было. Изредка встречались одиночные инволюционные формы азотобактера в виде раздутых клеток, теряющих четкие очертания.

Описание колоний азотобактера и микроскопирование мазков позволяет предположить, что в серо-бурой почве о. Барсакельмес встречаются два вида азотобактера. Преобладающей, широко распространенной формой является *Azotobacter chroococcum*, значительно реже выделяется *Azotobacter vinelandii*.

На основании проведенных исследований азотобактера можно заключить: азотобактер — широко распространенный микроорганизм для серо-бурой почвы биюргуново-серопольной экосистемы и населяет ее в большом количестве. Он выделен из почвы трех генетических горизонтов почвенного профиля под тремя фитоценозами. В условиях пустынного климата азотобактер ведет себя как типичный эфемер, пышно кратковременно расцветая весной и впадая в период глубокого покоя на время знойного лета. Ведущим фактором, лимитирующим развитие азотобактера, выступает низкая влажность почвы.

Максимальная численность азотобактера приходится на весенний относительно влажный и теплый период. При благоприятных условиях влажности и температуры почвы азотобактер локализуется в верхнем горизонте почвенного профиля. В летний засушливый период численность азотобактера практически падает почти до нуля. Причем наибольшее падение численности азотобактера наблюдается в верхнем генетическом горизонте. Относительно лучше азотобактер сохраняется в более глубоких горизонтах почвы, для которых характерен сравнительно стабильный режим влажности. Начиная со второй половины лета и далее, в осенний период, наблюдается постепенное восстановление уровня жизнедеятельности и численности азотобактера.

Изменение условий окружающей среды, и в частности влажности почвы, обуславливает морфологическую изменчивость азотобактера по ходу вегетационного периода. Для относительно благоприятных весеннего и осеннего периодов характерны крупные клетки азотобактера с хорошо выраженными капсулами, палочковидные формы, кокки и диплококки. В сухой знойный период преобладает сарцинная форма азотобактера, представленная мелкими клетками с микрокапсульным слоем.

Н. Н. РОМАНОВА, Н. С. КАСАТКИНА,
Г. А. ШАРИНА, Л. А. КУЗНЕЦОВ

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ПРОДУКТИВНОСТИ БИЮРГУНОВО-СЕРОПОЛЫННОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

Изучение биологической продуктивности экосистем — важнейший момент в их характеристике [79]. При этом решающую роль играет фитомасса продуцентов, определяющая продуктивность всех остальных компонентов экосистемы. Характеристике различных элементов продуктивности биюргунников и серополынных, составляющих основу изучаемой экосистемы, посвящены работы многих авторов [87, 88, 10, 95, 90, 11].

Ряд этих работ непосредственно выполнен в Северном Приаралье [12, 11, 80]. Тем не менее представляется обязательным дальнейшее накопление фактического материала по названным формациям, особенно потому, что есть основания говорить о значительных колебаниях продуктивности в пределах одного года и в разные годы; в различных ценозах одного и разных географических регионов, при различной интенсивности и разных формах использования и т. д.

В настоящем сообщении мы остановимся лишь на продуктивности надземной массы. Памятуя о разнообразии рекомендуемых методик для ее определения [18, 20, 89] и о необходимости строгого подхода к выбору учетных единиц [22], мы провели сравнительное изучение различного размера учетных площадей [52] на обследуемых участках. Вполне удовлетворительные результаты позволили нам использовать площадки 1×1 м в трехкратной повторности. Укосы проводились еженекадно с разбором по видам, и для полукустарничков с разделением на однолетнюю и многолетнюю части. Обработка результатов позволила получить для каждого фитоценоза среднесезонную продуктивность надземной фитомассы, а на этой основе исследовать динамику в течение вегетационного периода. Остановимся на анализе полученных данных, имея в виду, что года наблюдений отличались по общему характеру погодных условий: 1972 г. был засушливым, 1973 г. — чрезвычайно влажным, а 1974 г. — умеренным по увлажнению (с ранней весной и сухим летом). Последние определяют начало вегетации доминантов фитоценозов — *Anabasis salsa*, *Artemisia terrae albae*, *Agropyron desertorum*, которое сильно колеблется по срокам [55]. Отрастание биюргуна и полыни идет медленно, и учесть его трудно. Пырей и другие злаки отрастают интенсивно и, вслед за типично эфемерными видами, обгоняют доминантов в развитии.

Пырейный серополынный [I—1]

Начало вегетации растений приходится на сезоны ранняя весна — разгар весны. Максимальная фитомасса развивается к знойному лету. В 1972 г. надземная фитомасса достигла 613,2 кг/га, в 1973 г. — 1026,0 кг/га, в 1974 г. максимум был сдвинут на сезон начало лета и составлял 2009,2 кг/га. К этому времени у полыни и пырея формируются генеративные побеги, максимального развития достигает листовая аппарат, но ко второй половине знойного лета начинается подсыхание и опадение листьев. Эфемеры и эфемероиды прекращают свое развитие еще раньше (в последнюю декаду разгара весны и в первую начала лета). Фитомасса эфемерных растений и однолетников длительной вегетации сильно колеблется — в 1972 г. она составляла 9,1 кг/га, а в 1974 г. — 60,7 кг/га. Сезонное изменение роли этих растений хорошо прослеживается в 1974 г. В разгар весны — 60,7 кг/га, в начале лета — 32,3 кг/га, в знойное лето — 11,2 кг/га.

Для описываемого фитоценоза характерен второй максимум прироста фитомассы, приуроченный к началу осени, что совпадает с плодоношением полыни, отрастанием многолетников (95,29 кг/га) — вторичной вегетацией однолетников (до 0,5 кг/га). Общая фитомасса в этот сезон достигла в 1973 г. 1741,4 кг/га, что в два раза превышает фитомассу второй половины лета (750,8 кг/га) и почти на 740 кг больше первого максимума. Аналогично изменяется по сезонам и надземная фитомасса полыни (табл. 1). Заметим лишь, что при благоприятных условиях наблюдается массовое развитие всходов доминанта, фитомасса которых достигает 81,2 кг/га. Соотношение многолетних и однолетних частей приближается в среднем к 1 : 1. Характерным, однако, является сильное колебание в разные годы и по сезонам. Так, в 1974 г. оно достигало во все сезоны 4 : 1. Подобные двух-, четырех-, семи-кратные колебания отмечаются для различных видов полыни [88, 90, 11].

Фитомасса надземных частей пырея в сухие годы достигает максимума к началу лета (в 1972 г. — 81,7 кг/га), а во влажные годы к началу знойного лета (в 1973 г. — 122,5 кг/га), т. е. в момент созревания зерновок. В дальнейшем в зависимости от погодных условий запас фитомассы либо уменьшается (до 34,5 кг/га в 1972 г.), либо сохраняется постоянным (от 108,7 до 94,2 кг/га в 1973 г.), вплоть до начала осени.

Уменьшение фитомассы в начале осени объясняется высыханием листьев и генеративных побегов, а также массовым отчуждением отрастающей дернины животными. Интересно заметить, что в отдельные годы (1974) хорошо сохраняются сухие листья и побеги предыдущего года на протяжении всего

вегетационного периода. Соотношение живых и сухих частей равно $\frac{98,8}{76,4}$ кг/га в разгар весны, $\frac{88,7}{74,2}$ кг/га в начале лета, $\frac{18,1}{24,1}$ кг/га в знойное лето. Максимальный общий запас растительной массы в сообществе — 2009,2 кг/га (1974).

Серополынный [I—2]

Общие закономерности изменения фитомассы совпадают с изложенным выше (табл. 2). Разногодичные колебания максимальной продуктивности в фитоценозе: 670,7 кг/га в 1972 г., 1781,93 кг/га в 1973 г., 1523,2 кг/га в 1974 г. Для серой полыни: 655,8 кг/га в 1972 г., 1644,8 кг/га в 1973 г., 1496,9 кг/га в 1974 г. Подчеркнем, что надземная фитомасса полыни составляет от 94,2 до 100% общей фитомассы сообщества. Многолетняя часть полыни в отдельные сезоны и годы в 3—4 раза превышает фитомассу однолетних частей. Невелика роль пырея в сообществе (от 4,3 до 34,6 кг/га в разные сезоны и годы). Гораздо более значимы в сообществе эфемеры и эфемероиды. Так, максимальная фитомасса *Poa bulbosa* — 66,7 кг/га, *Tulipa buhseana* — 3,3 кг/га, *Ceratoccephala testiculata* — 10,3 кг/га, *Eremopyrum* sp. sp. — 17,4 кг/га, *Geranium transversale* — 2,7 кг/га (в отдельные сроки 1974 г. их общий запас более 100 кг/га). Роль однолетних солянок незначительна. Например, *Climacoptera* sp. sp. в начале лета 1974 г. (максимально благоприятные условия!) имела фитомассу 0,17 кг/га.

Серополынный биюргунник [I—3]

Биюргун — доминант фитоценоза — отрастает медленно, и в сезоны разгара весны и даже начала лета однолетний прирост минимален и сильно колеблется в последующие сезоны разных лет. Это связано с характером погодных условий. Так, максимальная фитомасса однолетних частей биюргуна в 1972 г. составила 535,0 кг/га (вторая половина лета), в 1973 г. — 1124,4 кг/га (начало осени), в 1974 г. — 287,0 кг/га (знойное лето) (табл. 3). Обращает на себя внимание факт разновременного достижения максимума фитомассы в разные годы. Разноречивость данных и мнений по этому поводу уже подчеркивалась нами [53].

Для однолетних побегов биюргуна характерны два периода роста — один завершается к знойному лету (или медленное нарастание ко второй половине лета). Вторым периодом приходится на начало осени и совпадает с плодоношением. Между ними — довольно продолжительный период некоторого

Надземная биомасса

Виды	Часть растения	1972		
		начало лета	знойное лето	II пол. лета
<i>Agropyron desertorum</i>	зел.	81,07	34,5	44,73
<i>Anabasis salsa</i>	сух. одн. мног.			
<i>Artemisia terrae albae</i>	одн. мног. ювен. всх.	167,03 269,90	159,13 391,47	200,0 152,13
<i>Astragalus lasiophyllus</i>				
<i>Ceratocarpus utriculosus</i>				
<i>Ceratocephala testiculata</i>				5,73
<i>Climacoptera aralensis</i>				
<i>Descurainia sophia</i>				3,37
<i>Eremopyrum orientale</i>				
<i>E. triticeum</i>				
<i>Gagea reticulata</i>				
<i>Geranium transversale</i>				
<i>Limonium suffruticosum</i>	одн. мног.		5,63 6,00	
<i>Lepidium perfoliatum</i>				0,97
<i>Leptaleum filifolium</i>				
<i>Meniocus linifolius</i> (Steph. ex Willd) DC				
<i>Poa bulbosa</i>				
<i>Ranunculus platyspermus</i>				
<i>Rheum tataricum</i>				
<i>Scorsonera pusilla</i>				
<i>Stipa lessingiana</i>	зел. сух.			
<i>Tulipa buhseana</i>				
<i>Veronica campylopoda</i>				
Разнотравье			16,67	
Суммарная биомасса		518,00	613,2	406,93

пырейно-серопольного фитоценоза (I—1)

Таблица 1

1973				1974			
начало лета	знойное лето	II пол. лета	начало осени	разгар весны	начало лета	знойное лето	II пол. лета
				98,83	88,69	18,05	
100,85	122,46	108,7	94,26				
				76,40	74,23	24,12	
39,66				1,82	5,01	6,62	
26,27				7,26	4,98	23,59	
342,63	474,18	292,07	725,60	250,76	346,91	283,76	214,8
427,59	346,03	346,03	633,97	927,92	1278,75	827,31	710,8
	0,87	0,87	7,27	121,19	96,03	81,59	75,37
				18,18	81,17	33,09	25,5
				2,26	3,02	—	
				13,01	2,37	0,13	0,13
1,73	0,57			28,54	21,69	7,32	1,13
				—	—	2,1	
5,07				0,29			
				2,01	4,23	0,51	0,53
				1,51			
				2,08	0,13		
				0,03			
17,68	40,44	—	42,37	—	—	—	—
12,54	17,05	—	236,33	—	—	—	—
				0,30	0,19	0,1	0,07
				0,20			
				0,30			
				0,56			
				0,15			
				0,06			
				1,50			
		2,93	1,03	0,23	0,43	0,3	
		0,23		0,01			
				8,11	0,27		
				1,5	0,8	—	
6,0	24,4	—	0,53	0,03	0,27	0,8	0,07
980,02	1026,00	750,83	1741,36	1565,04	2009,17	1309,39	1033,4

Надземная биомасса

Виды	Часть растения	1972		
		начало лета	знойное лето	II пол. лета
<i>Agropyron desertorum</i>	зел.		13,29	5,67
<i>Anabasis aphylla</i>	сух. одн.		2,60	
<i>A. salsa</i>	мног. одн.		0,70	
	мног. ювен.			
<i>Artemisia terrae albae</i>	одн.	217,03	228,47	202,83
	мног.	425,97	266,09	452,93
	ювен.			
	всх.			
	вегет.			
<i>Astragalus lasiophyllus</i>				
<i>Ceratocarpus utriculosus</i>				
<i>Ceratocephala testiculata</i>			6,03	8,7
<i>Climacoptera aralensis</i>				
<i>Descurainia sophia</i>			0,37	0,63
<i>Eremopyrum orientale</i>				
<i>E. triticeum</i>				
<i>Geranium transversale</i>				
<i>Halimocnemis sclerosperma</i>				
<i>Lepidium perfoliatum</i>				
<i>Leptaleum filifolium</i>				
<i>Poa bulbosa</i>				
<i>Ranunculus platyspermus</i>				
<i>Scorzonera pusilla</i>				
<i>Stipa lessingiana</i>	зел. сух.			
<i>Tulipa buhseana</i>				
<i>Veronica campylopoda</i>				
Разнотравье				
Суммарная масса			517,55	670,76

серопольного фитоценоза (I—2)

1973				1974			
начало лета	знойное лето	II пол. лета	начало осени	разгар весны	начало лета	знойное лето	II пол. лета
6,77	16,34	34,64	27,00	5,94	2,80	1,45	
		0,06	0,67	3,50	3,74	2,85	
	7,09	0,18 1,55			4,65	4,10	4,10
2,77	1,44	0,28		85,99	6,45	15,60	3,97
		—		1,63	—	—	
965,30	1133,88	933,05	774,27	277,38	315,37	394,16	350,2
455,26	510,97	512,30	630,00	979,40	1072,87	1046,23	1146,67
				14,38	15,85	19,85	8,97
	7,10	5,30	3,8	7,28	20,13	6,09	4,77
			60,73	—	—	—	—
				0,7	—	—	—
	5,91			—	—	0,21	0,03
	10,33	2,76	2,20	9,85	—	1,65	0,7
	0,20			0,10	0,17		
				—	0,13	0,03	
		13,28	14,7	6,53	3,08	0,36	0,30
				10,87	1,33	—	
				2,67	—		
		1,01		—	—	—	
3,10				0,25	0,03	0,08	0,05
				—	—	0,30	0,40
				66,7	0,07		
				0,30	—		
		0,09		1,13	—		
				2,09	2,39	1,18	2,87
				0,40	8,00	0,07	
				3,27	—	0,20	0,20
				0,07	—	—	
19,40	19,13	2,35		—			
1452,60	1712,39	1506,85	1513,37	1480,43	1457,06	1494,41	1523,30

Надземная биомасса серополынно-

Виды	Часть растения	1972		
		начало лета	знойное лето	II пол. лета
Anabasis salsa	одн. мног. ювен. всх. одн.	139,30 181,10	360,97 326,87	535,00 301,80
Artemisia terrae albae	мног. ювен. всх.			
Ceratocarpus utriculosus Ceratocephala testiculata Eremopyrum orientale E. triticeum Halimocnemis sclerosperma Limonium suffruticosum		9,13	0,1	3,43
Lepidium perfoliatum Polygonum sp. Rheum tataricum Scorzonera pusilla Veronica campylopoda Разнотравье Суммарная биомасса	одн. мног.	2,33 42,43		0,43
		373,89	687,94	840,66

Надземная биомасса

Виды	Часть растения	1973	
		начало лета	знойное лето
Agropyron desertorum	зел. сух. одн.		
Anabasis salsa	мног. ювен. всх. одн.	613,88 460,20	632,77 593,75
Artemisia terrae albae	мног.		24,37 2,07
Ceratocephala testiculata Eremopyrum orientale E. triticeum Halimocnemis sclerosperma Rheum tataricum Tulipa buhseana Разнотравье Суммарная биомасса		2,57	8,54
		1076,65	1261,50

биюргунового фитоценоза (I—3)

Таблица 3

1973				1974			
начало лета	знойное лето	II пол. лета	начало осени	разгар весны	начало лета	знойное лето	II пол. лета
856,42	1109,39	1081,33	1124,33	88,38	152,31	287,03	84,3
373,44	559,44	685,54	647,95	759,86	831,9	628,60	421,27
				3,59	1,05	3,65	
	5,00	1,86	16,30	0,03	0,17	0,73	
		16,37	21,40	51,32	95,02	92,00	102,70
1,43	2,35						
		1,70	1,36	61,94	108,40	46,00	217,33
		0,13	0,21	3,78	3,28	1,60	—
				0,23	0,9	—	
		0,07		0,01			
				1,63	0,78	0,08	
2,40	0,6	4,45	9,17	3,16	3,16	2,60	
		1,17		9,63	0,07		
				0,02	0,03	0,07	
5,00		15,67		0,23	9,52	40,90	5,16
		2,27		0,93	43,54	130,63	41,0
4,00	1,37	0,73	5,20	1,07	0,32	0,17	
		0,33	0,08				
		0,23		0,03			
				0,79			
				0,2			
11,25	4,27	0,87		—			
1253,94	1682,42	1812,72	1826,00	983,67	1250,45	1195,31	871,76

биюргунового фитоценоза (I—4)

Таблица 4

1974					
II пол. лета	начало осени	разгар весны	начало лета	знойное лето	II пол. лета
				19,73	—
				29,4	—
568,73	384,3		218,23	301,87	231,70
		1103,2			
478,52	386,0		723,03	728,03	618,03
	17,07	8,9	4,71	22,19	17,03
3,58	—	—	—	1,85	—
		1,57	3,93	2,20	—
		3,90	4,40	2,07	—
		0,03			—
3,87			0,35	0,05	—
		0,30			
8,84	16,63	0,40	0,41	0,47	0,10
		3,33			
		0,07			
0,47					
1064,01	804,00	1121,70	955,06	1107,86	866,86

уменьшения однолетней фитомассы биюргуна за счет подсыхания и частичного опада побегов. При этом фитомасса текущего года может стать в четыре раза меньше по отношению к максимуму. В годы с меньшим напряжением влажности и температуры опад однолетних частей незначителен.

Казахстанские ботаники, работавшие в Северном Приаралье, полагают, что максимальная фитомасса биюргунников приходится на начало июня месяца [12, 11]. Однако и по их данным можно проследить смещение максимума фитомассы на разные сезоны. Массовые всходы биюргуна появляются только во влажные годы, и тогда их фитомасса может составлять до 16,3 кг/га (начало осени 1973 г.).

Субдоминант серая полынь развивается хуже, и ее фитомасса сильно колеблется — от 2—22,5 кг/га (1973 г.) до 115,0—207,5 кг/га (1974 г.). Фитомасса ассектаторов незначительна, ее максимум приходится на вторую половину лета.

Общая надземная фитомасса фитоценоза плавно нарастает с сезона ранней весны к началу лета, а затем от второй половины лета к началу осени, когда отмечен ее максимум 840,6 кг/га в 1972 г. и 1826,0 кг/га в 1973 г.

Биюргунник [1—4]

Общая продуктивность этого сообщества меньше предыдущего. Однолетний прирост биюргуна здесь в два раза меньше и достигает максимальных величин к знойному лету (1261,5 кг/га в 1973 г.). Проростки и ювенильные растения интенсивно увеличивают фитомассу от ранней весны — 8,9 до знойного лета — 22,2 кг/га в 1974 г. (табл. 4). Затем начинается их подсыхание, и ко второй половине лета их фитомасса уменьшается до 17,0 кг/га (1974 г.).

Из ассектаторов определенную значимость имеет род *Halimolobos*. Его продуктивность возрастает ко второй половине лета и колеблется от 2,5 кг/га до 16,6 кг/га. Остальные виды дают фитомассу, не превышающую 4,3 кг/га, причем из них 3,8 кг/га приходится на *Rheum tataricum*.

Таким образом, изучаемые фитоценозы характеризуются значительными разногодичными колебаниями фитомассы, что следует считать нормальным явлением для сообществ зональных экосистем казахстанских пустынь. Не менее типичным явлением, свидетельствующим о высокой степени приспособленности растений-доминантов к изменчивым экологическим факторам пустынь, следует признать и сезонное смещение сроков достижения ими максимальных значений фитомассы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Агроклиматический справочник по Кызыл-Ординской области. Л., 1962.
- [2] Аленицын В. Д. Труды Арало-Каспийской экспедиции, вып. V. С-Пб., 1877.
- [3] Алиев Ш. Ж., Ковшарь А. Ф., Иващенко А. А. — В сб.: Заповеднику Аксу-Джабаглы 50 лет. Алма-Ата, 1976.
- [4] Алисов Б. П. Климат СССР. М., 1956.
- [5] Асарин А. Е. — «Проблемы освоения пустынь», № 1, 1975.
- [6] Барашкова Е. П. Радиационный баланс территории СССР. Л., 1961.
- [7] Бейсалов С., Константиныди С. — «Охота и охотничье хозяйство», № 4, 1971.
- [8] Берг Л. С. — «Изв. Туркест. отд. Импер. русского геогр. об-ва», т. V. Научные результаты Аральской экспедиции Туркест. отд. ИРГО, вып. 9, 1908.
- [9] Березова Е. Ф. — «Труды ВНИСХИ», т. 12, 1951.
- [10] Биокомплексная характеристика основных ценозообразователей Центрального Казахстана. Ред. А. А. Юнатов и Е. М. Лавренко. Биокомплексные исследования в Казахстане, ч. II. Л., 1969.
- [11] Биологическая продуктивность растительности Казахстана. Ред. Б. А. Быков. Алма-Ата, 1974.
- [12] Биоэкологические основы использования и улучшения пастбищ Северного Приаралья. Ред. Б. А. Быков. Алма-Ата, 1963.
- [13] Блинков Г. Н. — «Микробиологический журнал», т. XX, вып. 4, 1951.
- [14] Блинков Г. Н. — «Микробиологический журнал», т. XIV, вып. 1, 1955.
- [15] Бондарь В. А. — В сб.: Тр. Среднеаз. РНИГИ, вып. 2(83). Л., 1975.
- [16] Борисов А. А. — «Вестник ЛГУ», № 18, сер. геол. и геогр.; вып. 3, 1964.
- [17] Борисов А. А. Климат СССР в прошлом, настоящем и будущем. Л., 1975.
- [18] Браун Д. Методы исследования и учета растительности. М., 1957.
- [19] Бродская Н. Г. — «Труды ин-та геол. наук», 115, сер. геол., 1952.
- [20] Быков Б. А., Головина А. Г. — «Ботан. журн.», № 7, 1972.
- [21] Быков Б. А. Доминанты растительного покрова СССР, т. III. Алма-Ата, 1965.
- [22] Василевич В. И. — В сб.: Принципы и методы экспериментального изучения растительных сообществ. Л., 1972.
- [23] Вернер А. Р. — «Докл. АН СССР», новая серия, т. XVII, вып. № 4. М. — Л., 1972.
- [24] Вернер А. Р. — «Докл. АН СССР», новая серия, т. XX, вып. 5. М., 1951.

- [25] Геллер С. Ю. — В сб.: Проблема Аральского моря. М., 1969.
- [26] Геоботаническая карта СССР. М. 1:4 000 000. Под ред. Е. М. Лавренко и В. Б. Сочавы. М.—Л., 1954.
- [27] Герасимов И. П., Марков К. К. — «Тр. ин-та географии АН СССР», вып. XXXIII. М. — Л., 1939.
- [28] Глазовская М. А. — В сб.: Очерки по физической географии Казахстана. Алма-Ата, 1952.
- [29] Государственная почвенная карта СССР. М. 1:1 000 000. Под ред. чл.-корр. АН СССР И. П. Герасимова.
- [30] Демченко Л. А. — «Тр. Государственного заповедника Барсакельмес», вып. 1, 1950.
- [31] Злобина В. Ю. — «Лес и почва», тр. Всес. научн. конференции по лесному почвоведению, Красноярск, 1968.
- [32] Елкин К. Ф. — «Сельское хозяйство Казахстана», № 6, 1972.
- [33] Иванов Л. А. — «Ботан. журнал», № 2, 1950.
- [34] Карта растительности Средней Азии. М. 1:1 000 000. Ред. Е. М. Лавренко, Л. Е. Родин. 1957.
- [35] Карта растительности СССР. М. 1:5 000 000. 1939.
- [36] Карагуйшиева Д. К. Свободноживущие азотофиксаторы почв Казахстана. Алма-Ата, 1972.
- [37] Кириченко Л. Г. — «Тр. ин-та ботаники АН Каз. ССР», т. 23. Алма-Ата, 1966.
- [38] Клейнер Ю. М. Геология СССР, т. 21, ч. I, кн. 2, Зап. Казахстан. М., 1970.
- [39] Кожевников А. В. По тундрам, лесам, степям и пустыням. М., 1955.
- [40] Константиныди С. С., Елкин К. Ф., Культелеев С. Т. — В сб.: Охрана природы в Каз. ССР, т. 1. Алма-Ата, 1975.
- [41] Косарев А. Н. Гидрология Каспийского моря и Аральского моря. М., 1975.
- [42] Красильников Н. А. Определитель бактерий и актиномицетов. М. — Л., 1949.
- [43] Красильников Н. А. Актиномицеты-антагонисты и антибиотические вещества. М. — Л., 1950.
- [44] Красильников Н. А. Микроорганизмы почвы и высшие растения. М., 1958.
- [45] Красильников Н. А., Рыбалкина А. В. — «Тр. комиссии по ирригации», вып. 3, 1934.
- [46] Кузнецов Л. А. — «Охота и охотничье хозяйство», № 9, 1965.
- [47] Кузнецов Л. А. — XIX Герценовские чтения ЛГПИ имени А. И. Герцена. Естествознание. Л., 1966.
- [48] Кузнецов Л. А. — В сб.: Материалы по динамике растительного покрова. Владимир, 1968.
- [49] Кузнецов Л. А. — В сб.: XXI Герценовские чтения ЛГПИ им. А. И. Герцена. Естествознание. Л., 1968.
- [50] Кузнецов Л. А. — В сб.: XXII Герценовские чтения ЛГПИ им. А. И. Герцена. Естествознание. Л., 1970.
- [51] Кузнецов Л. А. — В сб.: Научные основы охраны природы и их преподавание в высшей школе. Томск, 1970.
- [52] Кузнецов Л. А. — В сб.: XXIV Герценовские чтения ЛГПИ им. А. И. Герцена. Биология. Л., 1972.
- [53] Кузнецов Л. А. — В сб.: Почвы и биологическая продуктивность. Л., 1973.
- [54] Кузнецов Л. А., Андреева Н. Ю. — В сб.: XXII Герценовские чтения ЛГПИ им. А. И. Герцена. Естествознание. Л., 1970.
- [55] Кузнецов Л. А., Бурамбаев К. — В сб.: Систематика, анатомия и экология растений Азиатской части СССР. Л., 1976.

[56] Кузнецов Л. А., Панкратова И. В. — В сб.: XXIX Герценовские чтения ЛГПИ им. А. И. Герцена. Биология. Л., 1978.

[57] Лавренко Е. М., Гептнер В. Г., Кириков С. В., Формозов А. Н. — Бюлл. «Охрана природы и заповедное дело в СССР», № 3. М., 1958.

[58] Лобова Е. В. Почвы пустынной зоны СССР. М., 1960.

[59] Лутт Я. А. — В сб.: Вопросы четвертичной геологии, вып. 7. Рига, 1974.

[60] Лымарев В. И. Берега Аральского моря — внутреннего водоема аридной зоны. Л., 1967.

[61] Макшеев А. И. — «Записки Импер. Русского геогр. об-ва», кн. V, 1851.

[62] Малахова П. Т. — В сб.: Рациональное использование пустынных пастбищ. М., 1972.

[63] Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. М., 1972.

[64] Мишустин Е. Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов. М., 1975.

[65] Мишустин Е. Н., Теплякова З. Ф. — «Известия АН Каз. ССР», серия ботан. и почвовед., вып. 3. Алма-Ата, 1959.

[66] Новогрудский Д. М. — «Микробиология», т. 15, вып. 3, 1946.

[67] Новогрудский Д. М. — «Микробиология», т. 15, вып. 6, 1946.

[68] Новогрудский Д. М. — «Почвоведение», № 1, 1947.

[69] Новогрудский Д. М. — «Изв. АН СССР», сер. биол., № 6, 1948.

[70] Палецкая Л. Н., Киселева Н. Т. — «Тр. ин-та ботаники АН Турк. ССР», т. V. Ашхабад, 1959.

[71] Палецкая Л. Н., Киселева Н. Т. Закономерности развития микрофлоры в целинных и орошаемых такыровидных почвах Мургабского оазиса. Ашхабад, 1963.

[72] Парпиев Ю. П. — В сб.: Физиолого-биохимические взаимодействия растений в фитоценозах. Киев, 1973.

[73] Пачоский И. К. Основы фитосоциологии. Херсон, 1921.

[74] Петров М. П. Пустыни земного шара. Л., 1972.

[75] Попова Е. Г. — «Тр. ин-та ботаники АН Турк. ССР», т. V. Ашхабад, 1959.

[76] Попова Е. Г. Микрофлора такыров в связи с проблемой их освоения. Автореф. канд. дисс. М., 1960.

[77] Попова Е. Г. — В сб.: Микрофлора почв южной части СССР. М., 1966.

[78] Прасолов Л. И. Почвы Туркестана. Л., 1926.

[79] Программа и методика биогеоэкологических исследований. М., 1974.

[80] Продуктивность растительности аридной зоны Азии (итоги советских исследований по международной биологической программе 1965—1974 гг.). Л., 1977.

[81] Прозоровский А. В. — В сб.: Растительность СССР, т. II. М., 1940.

[82] Пузырева А. А. Климатическое районирование Южного Казахстана. Алма-Ата 1975.

[83] Растительный покров СССР: Пояснительный текст к «Геоботанической карте СССР. М. 1 : 4 000 000», т. I, II. Ред. Е. М. Лавренко, В. Б. Сочава. М. — Л., 1956.

[84] Рашек В. Л. — «Природа», № 3, 1963.

[85] Рашек В. Л., Рашек В. А. Государственный заповедник Остров Барсакельмес. Алма-Ата, 1963.

[86] Роде А. А. Методы изучения водного режима почв. М., 1960.

- [87] Родин Л. Е. Динамика растительности пустынь на примере Западной Туркмении. М. — Л., 1961.
- [88] Родин Л. Е., Базилевич Н. И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. М. — Л., 1965.
- [89] Родин Л. Е., Ремезов Н. П., Базилевич Н. И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л., 1968.
- [90] Рустамов И. Г. Корневые системы и продуктивность растительных сообществ Северо-Западной Туркмении. Автореф. докт. дисс. Ашхабад, 1973.
- [91] Скалон И. С. — В сб.: Программно-методические записки по биокомплексному геоботаническому изучению степей и пустынь Центрального Казахстана. М. — Л., 1960.
- [92] Скалон И. С. — «Биология и экология растений целинных районов Казахстана». Тр. БИН АН СССР. Геоботаника, сер. 3. М. — Л., 1965.
- [93] Скалон И. С. — «Учен. зап. Пермского гос. пед. ин-та», 1968.
- [94] Скалон И. С. Растительные сообщества и животное население степей и пустынь Центрального Казахстана, ч. 1. Л., 1969.
- [95] Гурсунбаев К. Динамика продуктивности подземной массы основных растительных сообществ Каракалпакской части Устюрта. Автореф. канд. дисс. Ташкент, 1970.
- [96] Ульст В. Г., Вейнберге Н. Г., Агарков А. П., Розе В. К., Розенблат М. А. — В сб.: Вопросы четвертичной геологии, вып. 7. Рига, 1974.
- [97] Челпанова О. М. Средняя Азия. Сер. «Климат СССР», вып. 3. Л., 1963.
- [98] Чернышев В. Д. — «Тр. Биол.-почв. ин-та Дальневосточного научного центра АН СССР», т. 16, вып. 119, 1973.
- [99] Шалдыбин Л. С. — «Учен. зап. Горьк. гос. пед. ин-та», т. XX, биол.-геогр. фак-т, 1953.
- [100] Шульц С. С. Геологическое строение зоны сочленения Урала и Тянь-Шаня. М., 1972.
- [101] Яншин А. Л. Геология Северного Приаралья. М., 1953.
- [102] Bates C. G. U. S. Forest serv. Bull. 1911.
- [103] Burns G. R. Vt. Agr. Expt. Sta. Bull. 1927.
- [104] Daubenmire R. F. Plants and environment. A textbook of plant autecology. 1967.
- [105] Gast P. R. Harvard Forest Bull. 1930.
- [106] Li Tsi-Tung Vale Univ. School of Forestry Bull. 1926.
- [107] Shirley H. L. Agr. Research 44. 1932.
- [108] Smith L. F. Factors controlling the early development and survival Eastern White pine (*Pinus strobus* L.) in General New England. Ecol. Monographs. 1940.
- [109] Trojan P. Ecologia ogólna. Warszawa, 1975.
- [110] Walter H. Lieth H. Klimadiagramma — weltatlas. Jena, 1960.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Л. А. Кузнецов. Физико-географический очерк о. Барсакель- мес	4
Л. А. Кузнецов. Краткий геоботанический очерк биюргуно- во-серопольного комплекса как основного элемента экосистемы	28
И. В. Панкратова, Н. Н. Романова, Л. А. Кузнецов. Не- которые особенности экоклимата биюргуново-серопольной эко- системы	48
А. В. Извозчиков. Роль саксаула черного в формировании экоклимата	75
Н. Н. Романова, Н. Г. Садовская, Л. А. Кузнецов, И. В. Панкратова. Почвы биюргуново-серопольной экосистемы и некоторые стороны их динамики	86
К. А. Лукомская, Е. И. Клар. Общая характеристика микрофлоры серо-бурой почвы биюргуново-серопольной экосистемы	105
К. А. Лукомская, О. В. Макаренко. Закономерности распространения и особенности развития азотобактера в серо-бурой почве биюргуново-серопольной экосистемы	120
Н. Н. Романова, Н. С. Касаткина, Г. А. Шарина, Л. А. Кузнецов. К характеристике продуктивности биюргуново- серопольной экосистемы	133

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ. СТАЦИОНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРНОГО ПРИАРАЛЬЯ

Редактор Н. Л. Товмач
Технический редактор К. П. Орлова

Сдано в набор 15.11.78. Подписано к печати 20.07.79. М-08663. Формат
бумаги 60×90^{1/16}. Бумага газетная. Литературная гарнитура. Высокая
печать. Усл. печ. л. 9,25. Уч.-изд. л. 9,0. Тираж 1000 экз. Заказ 2917.
Цена 1 руб. 39 коп.

Ленинградский ордена Трудового Красного Знамени государственный
педагогический институт имени А. И. Герцена. 191186, г. Ленинград,
набережная реки Мойки, 48

Типография № 2 Ленуприздата. 192104, Ленинград, Литейный пр. 55