

УДК 581.527.2:581.9 (235.21)

В. И. Авдеев

Этапы формирования степных ландшафтов в Евразии. Четвертичный период

В статье освещаются процессы формирования древней флоры степей, происходившие на завершающем этапе, в четвертичном периоде (1,5—2 млн. лет назад), связанные с резким похолоданием климата, приведшим к массовому вымиранию теплолюбивой флоры, расширению степей, в том числе в пределах южных горных территорий. Как на равнинах, так и в горах степи меняли очертания, изменялся их флористический состав. На примере Памира (юг Средней Азии) прослежено изменение типов горной поясности.

Ключевые слова: четвертичный период, климат, развитие флоры степей.

В начале четвертичного периода (в плейстоцене) похолодание климата, развившееся в предшествующие эпохи третичного периода, резко усилилось. Это связывают с оледенением Арктики, которое, как считают, началось 3—5 млн. лет назад [1]. Произошла массовая гибель субтропической растительности, а в равнинные степи стали проникать виды северных (пребореальных и лесных) зон. Эти миграции с севера на юг бореальных древесных и травянистых видов охватили также горные части Альпийско-Гималайского горного пояса (АГП). Происходило расширение степей, в том числе в горах Тянь-Шаня, усиливалась роль дерновинных злаков, вымирает целый ряд южных субтропических растений. Тем самым возникло наложение в степях южных и северных флор, что до сих пор служит проблемой при установлении подлинного центра их генезиса. Из родов животных известны лошади, сайгаки, суслики, тушканчики, в лесостепи и степи — шерстистый носорог, мамонт (около 0,6 млн. лет назад). По мнению В. Н. Васильева [2], в более позднее время мамонты в Сибири погибли от голода, так как наступил влажный, однако холодный период, поэтому кормовые угодья мамонтов покрывались ледяной коркой. Пищей мамонтов на севере Евразии служили осоки, различные виды злаков [3]. Так, в желудке мамонта в Якутии были найдены из злаков остатки лисохвоста (*Alopecurus alpinus* Smith s.l.; ареал от северо-востока Европы, Арктики до Дальнего Востока, Северной Америки), бекмании обыкновенной (скорее, ее подвида — *Beckmania eruciformis* ssp. *borealis* Tzvel.; Арктика, до Восточной Сибири), растущих во влажных местах, на лугах, но были и остатки житняка гребенчатого, вероятно его подвида [4] — житняка гребневидного [*Agropyron cristatum* ssp. *pectinatum* (Bieb.) Tzvel.], степного растения. Мамонты — крупнейшие потребители естественных кормов, их ареал доходил в плейстоцене до степей Причерноморья. Полагают, что степи, лесостепи Евразии до начала голоцена четвертичного периода (10—12 тыс. лет назад) поддерживались благодаря пастьбе мамонтов и других крупных животных (шерстистого носорога, бизонов, лошадей). Считается, что в течение всего плейстоцена случался целый ряд крупных оледенений, перемежающихся межледниковыми фазами, отчего граница степи и леса изменялась, вплоть до возникновения тундростепей [5, 6 и др.].

Тем не менее старое представление о крупных покровных оледенениях на равнинах Евразии не подтверждается многими современными палеоботаническими данными. Оледенение это было преимущественно подземным, мерзлотным [3, 7]. На территории современной Сибири оно сохраняется до сих пор, однако это не мешает произрастать там самым различным видам растений. В плейстоцене леса сильно сократились, что привело к расширению на север степи и лесостепи. Хвойно-лиственные леса лучше всего сохранились на Дальнем Востоке, в Восточной Европе же после потепления климата

© Авдеев В. И., 2015

преобладали ландшафты лесостепи, степи. Известно, что до середины плейстоцена леса росли даже на Чукотке. Во времена холодного плейстоцена в умеренно-теплых регионах Евразии среднегодовая температура воздуха в течение многих тысяч лет неоднократно опускалась ниже 0°C [8, 9]. В результате на территории Европы, Сибири, в убежищах Средней и Восточной Азии произошли сильная деградация или обеднение древней флоры, вымер по отдельности целый ряд древних субтропических родов (шелковица, мирт, падуб, секвойя, гинкго и мн. др.).

Известно, что наиболее хорошо флористические изменения в плейстоцене изучены на юге Средней Азии [10], позже они были дополнены с учетом других сведений (см. список литературы в работах [11, 12]). Так, на Памире в самом начале эпохи плейстоцена степные формации расширились за счет новых мигрантов (вика, живокость, одуванчик, часть видов астрагала и др.), а также за счет местных таксонов, проникших в субальпийскую зону гор до высоты 3500—4000 м н. у. м. Облесенность Памира была еще значительной даже в конце плейстоцена, 80—100 тыс. лет назад, хотя и около 1 млн. лет назад, по обобщающим данным М. М. Пахомова [10], Памир подвергся полупокровному оледенению. Но по этим же данным, в конце плейстоцена в среднегорной части Памир был еще покрыт богатыми лесами из хвойно-лиственных видов, представлявших собой остатки более обширных лесов третичного периода. Из сохранившихся родов можно назвать рода липа, вяз, лещина, сосна, ель, кедр, растущие до высоты 2800—3000 м н. у. м. Но уже в этих обедненных лесах исчезли дуб, орех грецкий и мн. др. [10]. Учитывая современную поясность, можно полагать, что выше, до 3500 м н. у. м., господствовали степи, до 4000 м н. у. м. — горные пустоши с родами крупнотравья (прангос, ферула и др.). Еще выше были пояса трагакантов (виды акантолимона, астрагала, эспарцета и ряда др.), а еще выше — криофитона (остролодочника, крупки, примулы, лапчатки, эдельвейса, лютика и др.). В предгорьях сформировался ксерофитный лес (или шибляк), ниже — эфемеретум. Горная Средняя Азия тогда выглядела как «зеленый остров» на фоне уже сложившихся среднеазиатских равнинных песчаных пустынь. Проведенный анализ поясности Памира позволил прийти к выводу о разнонаправленном и разном во времени смещении поясов в плейстоцене, что, в свою очередь, создало возможность оценить при этом скорость орогенеза на Памире [11, 12].

Дело в том, что современная растительность Памира резко отличается от четвертичной за счет смещения ее поясов. Это было связано с орогенезом в четвертичное время, деградацией хвойно-лиственных лесов, доходивших в первой половине плейстоцена до 2500—3000 м н. у. м. Так, после массовой гибели лесов формации арчи (*Juniperus*), произраставшие в нижней части хвойных лесов (до 2500 м н. у. м.), все же сохранились и сместились вверх до 3200—4000 м н. у. м. Одновременно на 2500 м произошло смещение вверх пояса так называемой горной «пустыни» с формациями эфедры. В наше геологическое время эти «пустыни» на западе Памира (Бадахшан) занимают высоты 1700—4300 м н. у. м., а в их состав входит терескен (*Eurotia ceratoides*) и виды полыни, только на юге Памира (Вахан) растет вид *Hammada wackanica* (из семейства маревых). На Восточном Памире они охватывают уровень в 3300—4400 м н. у. м. Полынные проникают на 300—700 м выше терескенников, редколесья из эфедры встречаются на высотах 1800—4500 м н. у. м. В «пустыне», занимающей в среднем 50% территории Памира, растет богатая флора из видов ковыля, овсяницы, ячменя, розы, барбариса, акантолимона и др. Напротив, пояс степей на Памире только расширился вниз по горам в среднем на 1000 м, войдя в верхнюю зону бывших (т.е. ранее выпавших) лесов. Сейчас степи на западе Памира занимают высоты 2100—4200 м н. у. м., а на востоке Памира — 3100—4500 м н. у. м. [13—15; см. рис. 1]. Они чрезвычайно фрагментарны, растут на мелкоземистых почвах и

в более влажных местах. Весьма обычны здесь злаковые степи (ковыль, мятлик, пырейник, ломкоостник, кострец, овсец и др.), полынные степи, а редки — разнотравные степи (лук, пиетрум, змееголовник, котовник и др., с небольшим участием видов ковыля), и особенно редки колючетравные степи с родом кузиния (*Cousinia*), считающиеся вторичными. Конечно, сразу же возникает вопрос: как же могли произойти эти противоположно направленные смещения поясов растительности, если горы на востоке АГП и в настоящее время постоянно прирастают в высоту?

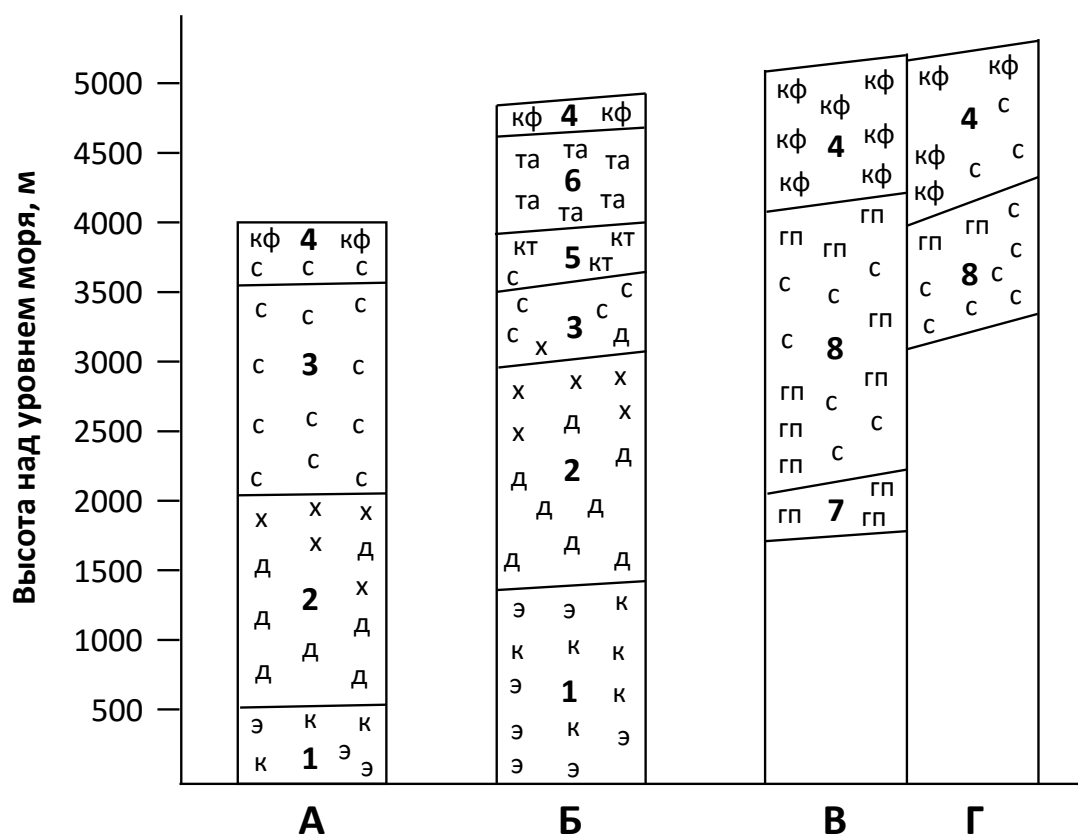


Рис. 1. Схема изменения типов пояса растительности Памира с начала плейстоцена до современности. Условные обозначения: А — пояса в первой половине, Б — в конце плейстоцена; в настоящее время: В — Западный Памир, Г — Восточный Памир; 1 — пояс шибляка (к) и эфемеретума (э), 2 — пояс хвойных (х) и лиственных (д) лесов, 3 — пояс степей (с) с фрагментами лесов по южным склонам, 4 — пояс криофитона (кф); 5 — пояс крупнотравья (кт) с участием степей в нижней части; 6 — пояс трагакантов (та); 7 — пояс остепненно-колючетравной горной пустыни (гп) и 8 — пояс трагакантов и опустыненных полынно-трагакантовых степей. Составлена с использованием палеоданных [10] и сведений по современной пояса Памира [13—15]

При анализе причин ставится под сомнение гипотеза Л. Ф. Сидорова [16] о высокой скорости поднятий Памира в самом конце четвертичного периода (в голоцене), 6—8 см в год. Этот автор определяет высоту Памира к началу плейстоцена в 2000—2500 м н. у. м., однако она была больше [10]. При больших скоростях поднятий Памир превысил бы тогда молодые Гималаи, возникшие начиная с плейстоцена. Если сделать обычный расчет, привязавшись к уровню пояса эфемеретума на Памире (в среднем 3300 м н. у. м.) и за его пределами (900 м н. у. м.), тогда получаем, что Памир поднимался за последние 8—10 млн. лет со скоростью не более чем 2—3 мм в год (самое больше — 5 мм в год). По данным А. А. Никонова [17], Памир в конце плейстоцена поднимался со скоростью 5—6 мм в год. Смещение же пояса степи на Памире вниз, противоположное поясу горной

«пустыни», можно в этой связи объяснить следующим образом. Как сказано выше, в четвертичное время на Земле имело место импульсивное падение среднегодовой температуры воздуха до 0°C и ниже, что согласуется с фактами массовой гибели теплолюбивой флоры на юге Евразии. Для Памира называют несколько оледенений, наиболее мощным (полупокровным) считают раннеплейстоценовое. Однако после него леса почти восстановились. Известно, что мощнейшим было и позднеплейстоценовое похолодание на Земле [8, 9], оно и явилось главной причиной почти полной гибели лесов на Памире. На освободившееся место в горах, только при очень низких скоростях орогенеза, и стало возможным расселение вниз пояса степей. Позднее, в голоцене, климат стал чрезвычайно засушливым, что привело к фрагментации поясов степи, арчевников, движению вверх в горы пояса ксерофитной горной «пустыни».

Довольно хорошо изучены изменения растительности на территории Монголии (на севере Центральной Азии). Древний озерный ландшафт этого региона сохранялся до конца плейстоцена [18]. По данным В. П. Чичагова, там помимо степей были хорошо выражены лесостепи, леса, росла разнообразная травянистая флора. Даже в конце плейстоцена (4—5 тыс. лет назад, середина эпохи голоцена) климат был прохладный, но влажный, шло образование лугов и черноземов. Однако позднее началось сильное иссушение климата, появились пустынные ландшафты, пески, а около 3,5 тыс. лет назад стала прогрессировать сухая степь. Возникшие черноземы практически деградировали в этих условиях менее чем за 1 тыс. лет, постепенно превращаясь в каштаноземы [6]. На этом примере хорошо видна цикличность природных процессов, которая усложняет анализ происхождения родов и видов степной флоры. Тем не менее анализ флоры показывает, что в Центральной Азии сохранились многие древние рода. В частности, из злаков к ним относятся рода бородачевниковых, просовых, тростниковых и т.п. [4], но, естественно, полностью исчезли из-за похолодания климата такие древнейшие в Евразии субтропические рода, как мимозовые, бобовые, цезальпиниевые и др. [12].

В Монголии, Тянь-Шане, других районах восточной части Евразии в конце плейстоцена, особенно во времена голоцена, последние 10—12 тыс. лет отмечена сильная негативная деятельность человека, которая накладывалась на природные циклы. Так, в Сырдарьинском Каратау (северо-восток Средней Азии) в голоцене, около 40 тыс. лет назад, еще сохранялись леса из дуба, липы, березы, вяза, ольхи, клена, яблони [19]. Сейчас эти ландшафты представлены обычными нагорными ксерофитами, сухими степями, полынно-солянковыми полупустынями, древесные виды там сохранились фрагментарно. В Монголии большое влияние на ландшафты оказывали частые пожары, возникающие и под влиянием человека [6].

В плейстоцене Европы, в отличие от северной и центральной частей, похолодание мало сказалось на ее древней растительности в южной части бывшей Области Древнего Средиземноморья (ОДС) [3, 19]. Хотя и на ее юге резко увеличилось число тургайских лесных видов, появились травянистые растения. В Альпах, по мере роста гор, возникли смешанные леса с участием ряда родов (тростник, горец и др.), появились эфемеры (лук, гусиный лук и др.). Растущие с третичного периода Альпы резко ограничили влияние ледникового времени на южную флору Европы. В конце плейстоцена, когда закончились ледниковые эры, в Европе во влажном климате стали восстанавливаться леса. В этой связи древнейшие степные виды, зародившиеся в условиях засушливого климата юго-западной части ОДС [12], сохранились фрагментарно. Близкие к ним виды в Северной Африке (горы Атласа) и Высокой Азии выжили в условиях сохранившегося там исходно засушливого (аридного) климата. На востоке Европы, в частности на Украине, после оледенения формировалась степь [3]. Но ледниковый период оказал заметное влияние на флору Ура-

ла, Сибири, от похолодания выпали самые теплолюбивые виды. В межледниковье и после ледниковых эпох леса восстанавливались, в них росли ель, граб, клен, липа и др., в голоцене же за счет усиления сухости воздуха на территории Восточной Сибири часть этих родов исчезла, но стали возвращаться в ряде мест бывшие степные ландшафты [3, 20 и др.].

В четвертичном периоде сходные с Евразией изменения проходили и в Северной Америке. С похолоданием в горы и равнины расселялись северные виды (ива, береза и др.), из травянистых отмечена тимофеевка альпийская (*Phleum alpinum*), ряд других видов. С потеплением климата восстановление флоры шло за счет видов, росших на юге этого континента [3].

Современные степи возникли при наложении ареалов видов различного генезиса, прежде всего с участием видов пребореальной зоны тургайских лесов [5] и древней субтропической степи Полтавской флоры. Однако поэтому всегда существует проблема установления центра происхождения тех или иных родов, отдельных видов степи. В целом же данные показывают на большую роль в генезисе степей тех регионов, на месте которых существовал древний пояс аридного и семиаридного климата, который занимал с конца мелового и до середины третичного периодов значительную часть Евразии [21].

Список использованной литературы

1. Серебрянный Л. Р., Орешкин Д. Б. Льды в истории Земли // Новое в жизни, науке, технике. М. : Знание, 1983. 48 с. (Науки о Земле. № 5).
2. Васильев В. Н. Физико-географическая среда и видообразование. М. ; Л. : АН СССР, 1966. 75 с.
3. Вульф Е. В. Историческая география растений. М. ; Л. : АН СССР, 1944. 648 с.
4. Цвелев А. А. Злаки СССР. Л. : Наука, 1976. 788 с.
5. Быков Б. А. Очерки истории растительного мира Казахстана и Средней Азии. Алма-Ата : АН КазССР, 1979. 108 с.
6. Степи Северной Евразии : материалы IV междунар. симпозиума / под ред. чл.-кор. РАН А. А. Чибилева. Оренбург : УрО РАН, 2006. 488 с.
7. Данилов И. Д. Проблемы оледенений Земли в четвертичном периоде // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. М., 1984. Вып. 1. С. 109—116.
8. Гаврилов В. П. Путешествие в прошлое Земли. М. : Недра, 1987. 145 с.
9. Schoonmaker P. K., Foster D. R. Some implications of paleoecology for contemporary ecology // Bot. Rev. 1991. Vol. 57, No 3. P. 204—245.
10. Пахомов М. М. Палеогеография гор востока Средней Азии в позднем кайнозое и вопросы флорогенеза (по материалам споро-пыльцевого анализа) : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М. : Ин-т географии АН СССР, 1982. 44 с.
11. Авдеев В. И. Проблемы происхождения южных горных степей (на примере Памира) // Состояние, перспективы экономико-технологического развития и экологически безопасного производства в АПК : материалы междунар. науч.-практ. конф. Оренбург : Издат. центр ОГАУ, 2010. Ч. 1. С. 434—441.
12. Авдеев В. И. Основы современного анализа степного флорогенеза. М. : Омега-Л ; Оренбург : Издат. центр ОГАУ, 2015. 184 с.
13. Агаханянц О. Е. Основные проблемы физической географии Памира. Ч. 2. Душанбе : Дониш, 1966. 346 с.
14. Овчинников П. Н., Сидоренко Г. Т., Калеткина Н. Г. Растительность Памиро-Алая. Душанбе : Дониш, 1973. 50 с.
15. Таджикистан. Природа и природные ресурсы / под ред. Х. М. Саидмуродова, К. В. Станюковича. Душанбе : Дониш, 1982. 604 с.
16. Сидоров Л. Ф. Природа Памира в четвертичное время. Л. : Наука, 1979. 145 с.
17. Никонов А. А. Первая находка остатков плейстоценовых позвоночных на Восточном Памире // Природа. 1977. № 5. С. 52—53.
18. Мурзаев Э. М. Монгольская Народная Республика. Физико-географическое описание. М. : Географгиз, 1952. 470 с.
19. Корнилова В. С. Очерк истории флоры и растительности Казахстана // Растительный покров Казахстана. Алма-Ата : Наука, 1966. С. 37—190.

20. Намзалов Б. Б. К вопросу о реликтах во флоре и растительности степных экосистем Байкальской Сибири // Растительный мир азиатской России. 2012. № 2. С. 94—100.

21. Вахрамеев В. А., Мейен С. В. Флоры и климаты Евразии в геологическом прошлом // Природа. 1970. № 11. С. 32—41.

Поступила в редакцию 30.09.2015 г.

Авдеев Владимир Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Оренбургский государственный аграрный университет
Российская Федерация, 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18
E-mail: avdeev_vl_iv@mail.ru

UDC 581.527.2: 581.9 (235.21)

V. I. Avdeev

Formation stages of steppe landscapes in Eurasia. Quaternary

The article dwells on the formation of ancient steppe flora, which took place at the final stage, in the Quaternary (1.5—2 mln. years ago), due to sharp cooling of the climate which led to mass extinction of thermophilic flora, the expansion of the steppes, including within southern mountainous areas. Both in the plains and in the mountain steppes changed their shape and floristic composition. For example, Pamir (southern Central Asia) experienced changes in types of mountain belts.

Key words: Quaternary period, climate, development of steppe flora.

Avdeev Vladimir Ivanovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Orenburg State Agrarian University
Russian Federation, 460014, Orenburg, ul. Chelyuskintsev, 18
E-mail: avdeev_vl_iv@mail.ru

References

1. Serebryanny L. R., Oreshkin D. B. Ldy v istorii Zemli [Ice in the history of the Earth]. In: *Novoye v zhizni, nauke, tekhnike* [New in Life, Science and Technology.]. Moscow, 1983. 48 p.
2. Vasilyev V. N. *Fiziko-geograficheskaya sreda i vidoobrazovaniye* [Physical and geographical environment and species formation]. Moscow, Leningrad, 1966. 75 p.
3. Vulf E. V. *Istoricheskaya geografiya rasteniy* [Historical Geography of plants]. Moscow, Leningrad, 1944. 648 p.
4. Tsvelev A. A. *Zlaki SSSR* [Cereals of the USSR]. Leningrad, 1976. 788 p.
5. Bykov B. A. *Ocherki istorii rastitel'nogo mira Kazakhstana i Sredney Azii* [Essays on the history of flora of Kazakhstan and Central Asia]. Alma-Ata, 1979. 108 p.
6. *Stepi Severnoy Evrazii: materialy IV mezhdunar. simposiuma / pod red. chl.-kor. RAN A. A. Chibileva* [Steppes of Northern Eurasia: Materials of IV International Symposium, ed. by A. A. Chibilev]. Orenburg, 2006. 488 p.
7. Danilov I. D. Problemy oledeneniya Zemli v chetvertichnom periode [Problems of Earth glaciations in the Quaternary period]. *Izvestiya Timiryazevskoy selskokhozyaystvennoy akademii* [Proceedings of Timiryazev Agricultural Academy]. Moscow, 1984, vol. 1, pp. 109-116.
8. Gavrilov V. P. *Puteshestviye v proshloye Zemli* [Travel into the past of the Earth]. Moscow, 1987. 145 p.
9. Schoonmaker P. K., Foster D. R. Some implications of paleoecology for contemporary ecology. *Bot. Rev.* 1991, vol. 57, no 3, pp. 204-245.
10. Pakhomov M. M. *Paleogeografiya gor vostoka Sredney Azii v pozdnem kaynozoye i voprosy florotsenogeneza (po materialam sporo-pyltsevoogo analiza): avtoref. dis. d-ra geogr. nauk* [Paleogeography of mountains in the east of Central Asia in the Late Cenozoic and questions of florocoenogenesis (based on spore-pollen analysis). Abstr. Dr. Diss.]. Moscow, 1982. 44 p.

11. Avdeev V. I. Problemy proiskhozhdeniya yuzhnykh gornyykh stepey (na primere Pamira) [The origin of the southern mountain steppes (by the example of Pamir)]. *Sostoyaniye, perspektivy ekonomiko-tekhnologicheskogo razvitiya i ekologicheskii bezopasnoy proizvodstva v APK: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Condition and prospects of economic and technological development and environmentally friendly production in the agricultural sector: materials Intern. scientific and practical. conf.]. Orenburg, 2010. Ch. 1, pp. 434-441.
12. Avdeev V. I. *Osnovy sovremennogo analiza stepnogo florigeneza* [Foundations of modern analysis steppe florigenesis]. Moscow, Orenburg, 2015. 184 p.
13. Agakhanyants O. E. *Osnovnyye problemy fizicheskoy geografii Pamira* [The main problems of physical geography of Pamir]. Ch. 2. Dushanbe, 1966. 346 p.
14. Ovchinnikov P. N., Sidorenko G. T., Kaletkina N. G. *Rastitelnost Pamiro-Alaya* [Vegetation of Pamir-Alai]. Dushanbe, 1973. 50 p.
15. *Tadjikistan. Priroda i prirodnyye resursy / pod red. Kh. M. Saidmuradova, K. V. Stanyukovicha* [Tajikistan. Nature and natural resources / ed. Kh. M. Saidmuradov, K. V. Stanyukovich]. Dushanbe, 1982. 604 p.
16. Sidorov L. F. *Priroda Pamira v chetvertichnoye vremya* [Nature of Pamir during the Quaternary]. Leningrad, 1979. 145 p.
17. Nikonov A. A. Pervaya nakhodka ostatkov pleystotsenovykh pozvonochnykh na Vostochnom Pamire [The first finding of remains of Pleistocene vertebrates in the Eastern Pamirs]. *Priroda*, 1977, no 5, pp. 52-53.
18. Murzayev E. M. *Mongolskaya Narodnaya Respublika. Fiziko-geograficheskoye opisaniye* [The Mongolian People's Republic. Geographical Description]. Moscow, 1952. 470 p.
19. Kornilova V. S. Oчерк istorii flory i rastitelnosti Kazakhstana [Essay on the history of flora and vegetation of Kazakhstan]. In: *Rastitelnyy pokrov Kazakhstana* [Vegetation cover Kazakhstan]. Alma-Ata, 1966, pp. 37-190.
20. Namzalov B. B. K voprosu o relikhtakh vo flore i rastitelnosti stepnykh ekosistem Baykalskoy Sibiri [For questions about of relict in the flora and vegetation of steppe ecosystems of the Baikal Siberia]. *Rastitelnyy mir aziatskoy Rossii - Plant Life of Asian Russia*, 2012, no 2, pp. 94-100.
21. Vakhrameev V. A., Meyyen S. V. Flory i klimaty Evrazii v geologicheskoy proshlom [Flora and climates of Eurasia in the geological past]. *Priroda*, 1970, no 11, pp. 32-41.