

С.Г.Ковалев<sup>1</sup>, И.Р.Фаткуллин<sup>2</sup>, Р.А.Бардынов<sup>3</sup>

S.G.Kovalev, I.R.Fatkullin, R.A.Bardynov

<sup>1</sup>Институт геологии Уфимского научного центра РАН, <sup>2</sup>ФГУП «Башгеолцентр»,

<sup>3</sup>Уфимская государственная академия экономики и сервиса.

<sup>1</sup>Institution Russian Academy of Sciences Institute of geology of the Ufimian scientific centre,

<sup>2</sup>FGUP «Bashgeolcentr», <sup>3</sup>Ufa State Academy of Economics and Service.

## ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ БУРЫХ УГЛЕЙ ЮЖНОУРАЛЬСКОГО БАСЕЙНА

### GEOCHEMICAL SPECIALIZATION OF LIGNITE SOUTHERN URALS BASIN

**Аннотация.** Приводятся материалы по содержанию и распределению благородных металлов в бурых углях южноуральского бассейна и шлаках Кумертауской ТЭЦ. Делаются выводы об источнике платины и палладия и времени их поступления в бассейн угленакопления.

**Abstract.** Present material on the content and distribution of precious metals in the South Ural Basin brown coal and slag Kumertau thermoelectric power station. The conclusions about the source of platinum and palladium and the time of their admission to pool coal accumulation.

В последнее время в литературе появились публикации, посвященные «нетипичной» геохимической специализации углей и находкам в них минералов благородных металлов [4, 5]. В связи с этим нами было проведено изучение геохимии южноуральских бурых углей, результаты которого приводятся ниже.

Буроугольные формации южноуральского типа распространены в южной части Предуральского прогиба, где к северу от р. Сакмары расположено более пятидесяти месторождений (рис.1). Бассейн угленакопления подразделяется на три субширотные зоны (с севера на юг): Ашинско-Стерлитамакскую, Стерлитамакско-Мелеузовскую и Сакмаро-Бельскую, каждой из которых присущ различный характер углепроявлений и разные типы месторождений. Крупнейшие из объектов, в которых сосредоточено свыше 80% запасов угля – Репьевское, Хабаровское, Тюльганское, Маячное, Бабаевское и др., группируются на территории около 4000 км<sup>2</sup> в южной части площади, в пределах Сакмаро-Бельского водораздела. Большая часть буроугольных залежей представлена пластообразными или же крупными линзообразными телами переменной мощности (от 2-3 до 110 м), с размерами от десятков и сотен метров до нескольких километров. Время накопления угленосных серий определяется как поздний олигоцен – поздний миоцен включительно [7, 8].

Угли бассейна являются типично бурыми, с низкой степенью углефикации. Исключительно низкая степень литификации пород, слагающих угленосные формации, а также состояние самих углей свидетельствуют о том, что они не подвергались воздействию каких либо факторов метаморфизма.

По данным химического анализа, в среднем в них содержится (на горючую массу): от 57 до 75,5% углерода, от 4,3 до 7,86% водорода, 0,6-0,9% азота, 19-24% кислорода, от 0,1 до 4% общей серы и от 8 до 33% битумов [8].

Для изучения геохимии бурых углей были отобраны образцы буроугольного шлама, поступающего на Кумертаускую брикетную фабрику из трех месторождений: Бабаевского, Маячного и Тюльганского. Кроме того, анализировались золошлаковые смеси из отвалов Кумертауской ТЭЦ.

Анализы были выполнены в АСИЦ ВИМС (Москва) масспектральным (ICP MS) и атомноэмиссионным (ICP AES) методами на квадрупольном масспектрометре ICP «Plasma Quard» («VG», Англия) и атомноэмиссионном спектрометре ICAP-61 («Thermo Jarrel Ash», США). Полученные результаты представлены на серии диаграмм, на которые для сравнения нанесены кларковые содержания элементов в углях и осадочных породах, заимствованные из работы [6].

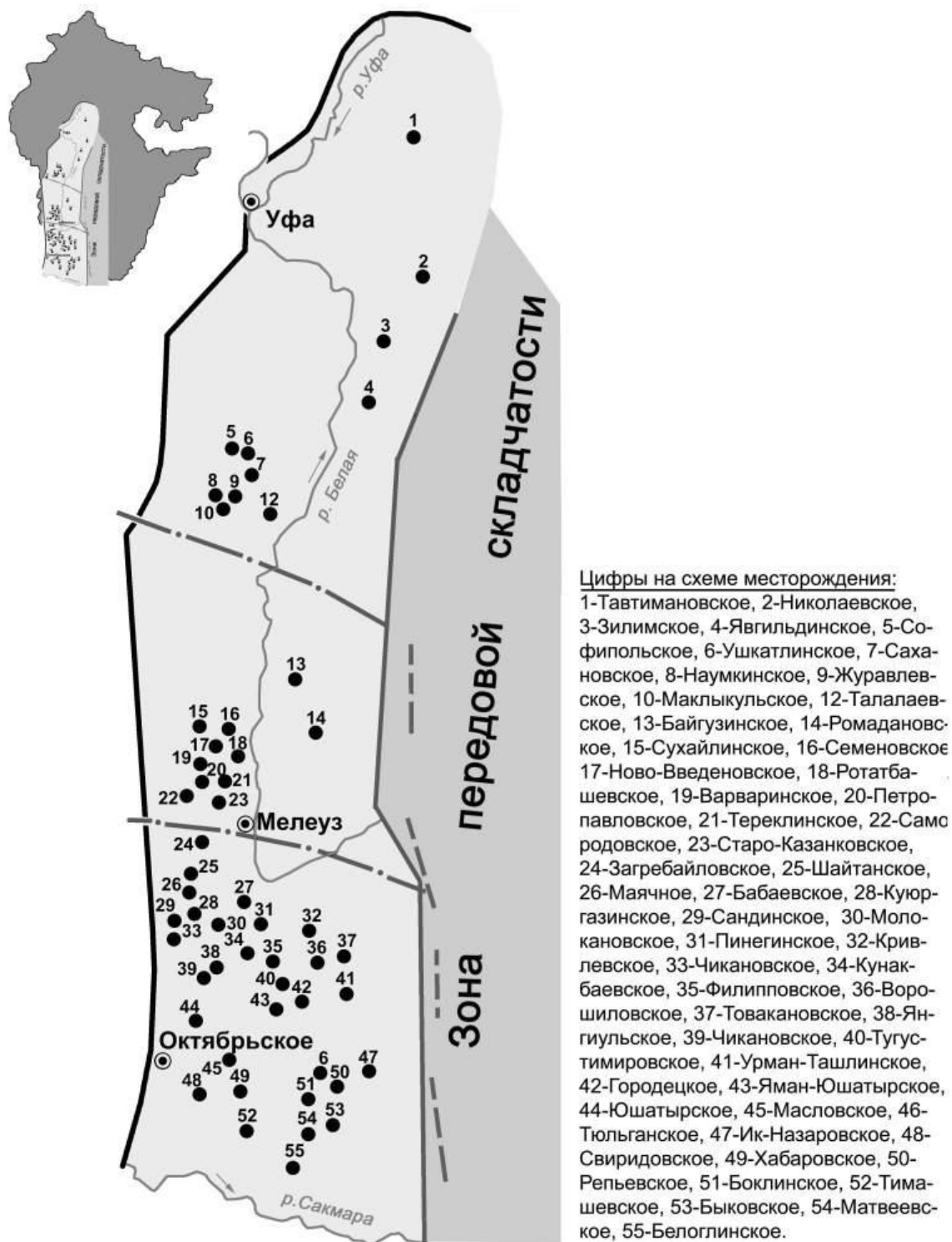


Рис.1. Схема распространения бурогольных месторождений на территории Республики Башкортостан.

Как видно из диаграмм, изображенных на рис.2, южноуральские бурые угли обогащены хромом, никелем и медью по сравнению с «угольными кларками» при пониженных количествах всех остальных элементов. Та же ситуация наблюдается и при анализе содержаний редкоземельных элементов; их количества оказываются ниже, чем в осадочных породах платформ и гораздо меньшими по сравнению с «минерализованными» бурыми углями Павловского месторождения (Приморье).

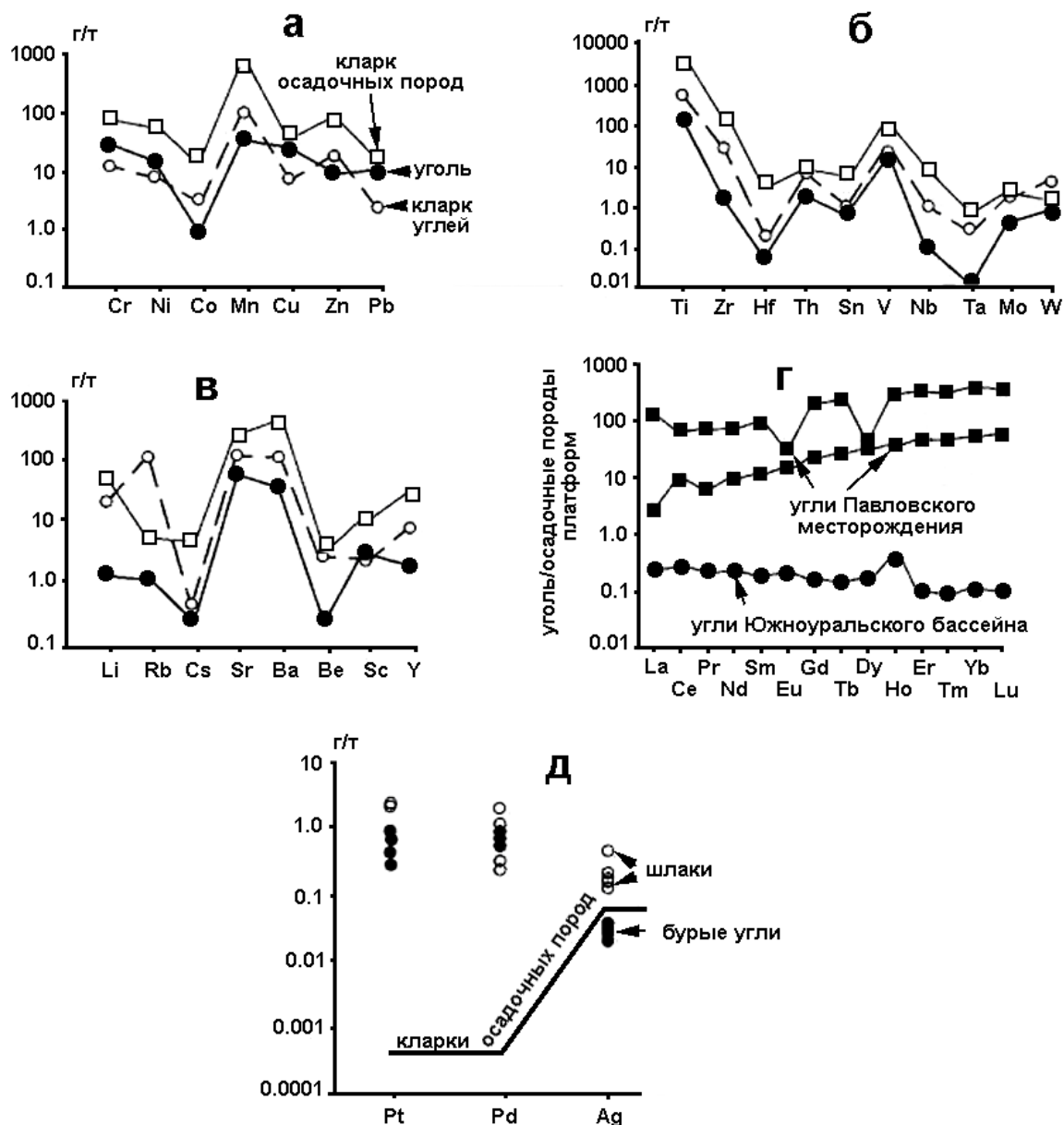


Рис.2. Геохимические диаграммы для бурых углей южноуральского бассейна. Кларки осадочных пород и углей на диаграммах а, б и в по [6]. Угли Павловского месторождения на диаграмме г, по [5].

По количеству галлия (1,5-1,9 г/т – угольный шлам и 5,6-9,3 г/т – золошлаковые смеси) и германия (10,0-140,0 г/т и 10-12 г/т соответственно) южноуральские бурые угли занимают промежуточное положение, характеризуясь пониженным против кларка количеством первого элемента и повышенным второго. В то же время, отличительной чертой южноуральских бурых углей являются присущие им аномальные содержания платины и палладия (и повышенные серебра) при практически полном отсутствии остальных благородных металлов. Сравнительный анализ материалов, приведенных в таблице и на диаграмме (рис. 2, д), показывает, что наблюдается четко выраженное обогащение зольных фракций платиной, палладием и серебром. При этом среднее количество Pt в золошлаковых смесях возрастает в два раза (0,6 и 1,26 г/т), Ag – на порядок (0,03 и 0,21 г/т), а Pd изменяется от 0,67 до 0,75 г/т. Вероятнее всего обогащение является результатом термической обработки (сжигания), когда под воздействием температуры происходит выгорание углерода, что приводит к избирательной концентрации благородных металлов ввиду их тугоплавкости и слабой способности к образованию летучих соединений в процессе горения.

Таблица

Содержания благородных металлов в углях и золах южноуральского буроугольного бассейна  
(в г/т)

№ п/п	Pt	Pd	Rh	Ir	Ru	Au	Ag
1	0,71	0,57	<0,004	<0,001	<0,02	<0,001	0,03
2	0,28	0,54	<0,004	<0,001	<0,02	<0,001	0,021
3	0,91	0,90	<0,004	<0,001	<0,02	<0,002	0,036
4	0,68	0,61	<0,004	<0,001	<0,01	<0,002	0,028
5	0,42	0,72	<0,004	<0,001	<0,01	0,0034	0,027
6	0,70	0,32	<0,005	<0,005	<0,01	<0,002	0,15
7	2,4	1,1	<0,005	<0,005	<0,01	<0,002	0,15
8	2,2	2,0	<0,005	<0,005	<0,01	<0,002	0,17
9	1,0	0,55	<0,005	<0,005	<0,08	<0,002	0,55
10	0,66	0,28	<0,005	<0,005	<0,01	<0,002	0,28
11	0,57	0,24	<0,005	<0,005	<0,01	<0,002	0,24

Примечание: №№ 1-5 – буроугольный шлам со складов Кумертауской брикетной фабрики; 6-11 – золошлаковая смесь из отвалов Кумертауской ТЭЦ.

Для объяснения механизма образования «нетипичной» геохимической специализации бурых углей южноуральского бассейна следует рассмотреть геологическую ситуацию в регионе, существовавшую в эпоху угленакопления.

Как было установлено ранее проведенными исследованиями [7], угленакопление в бассейне началось в позднем олигоцене (тюльганская свита), достигло максимума в раннемиоценовое время (куюргазинская свита) и закончилось в позднем миоцене (ушкатлинская свита). Сам процесс формирования угленосных формаций реализовывался на фундаменте, представленном красноцветными пермскими отложениями уфимского, казанского, татарского ярусов верхней перми и гипсоносными осадками кунгура. В раннем миоцене, в период накопления отложений тюльганской свиты, палеотектонические движения в регионе характеризовались опусканием субмеридиональной полосы предгорий Предуралья на фоне общего воздымания Урала. Средний и поздний миоцен являлся эпохой поднятия территории Южного Урала. На всем временном отрезке формирования угленосных серий основной областью сноса терригенного материала являлась центральная часть Башкирского поднятия, для которой был характерен средне-высокогорный рельеф (рис. 3). Своеобразная геохимическая специализация углей (повышенные количества Cr, Ni, ЭПГ) подразумевает, что одним из источников кластогенного материала, поступавшего в бассейн угленакопления должны быть породы основного – ультраосновного состава, так как именно для этих петротипов хром, никель и платиноиды являются типоморфными элементами. Такие породы в пределах Башкирского поднятия известны в составе машакской свиты, слагающей хребет Шатак, где нами был описан новый платиноидно-золото-железоокисный тип благороднометалльного оруденения [2], и «западный» пояс гипербазитов, включающий в себя массивы Крака и другие более мелкие массивы Медногорско-Сакмарской зоны. Косвенными доказательствами реальности размыва ультраосновных пород служат не только геохимическая специализация углей, но и присутствие в шлихах угленосных отложений хромшпинелидов, количество которых на Бабаевском месторождении достигает 2-9,5% в отложениях тюльганской базальной свиты и 5% – в угленосной куюргазинской свите [8]. Здесь же необходимо отметить, что согласно исследованиям Ю.А. Волченко с соавторами [1] и нашим материалам [3], тип платинометальной специализации массивов Крака (как «основного поставщика» кластогенного материала) относится к нероссыпеобразующему, в первую очередь, из-за незначительных (микронных и субмикронных) размеров собственных минеральных фаз платиноидов, что также может рассматриваться как положительный фактор для объяснения процессов формирования «нетипичной» геохимической специализации углей, так как малые размеры МПГ подразумевают их перенос в водном потоке на значительные расстояния.

Поступление кластогенного материала, содержащего в своем составе хромшпинелиды

и минералы МПГ, в грабенообразные структуры, в которых в условиях озерной и болотной фаций реализовывался процесс угленакопления, способствовало быстрому захоронению последних. Возможно, что в результате избирательной сорбции платиноидов отдельными видами растений [4] происходило их площадное перераспределение с образованием угленосных пластов, обогащенных платиной и палладием.

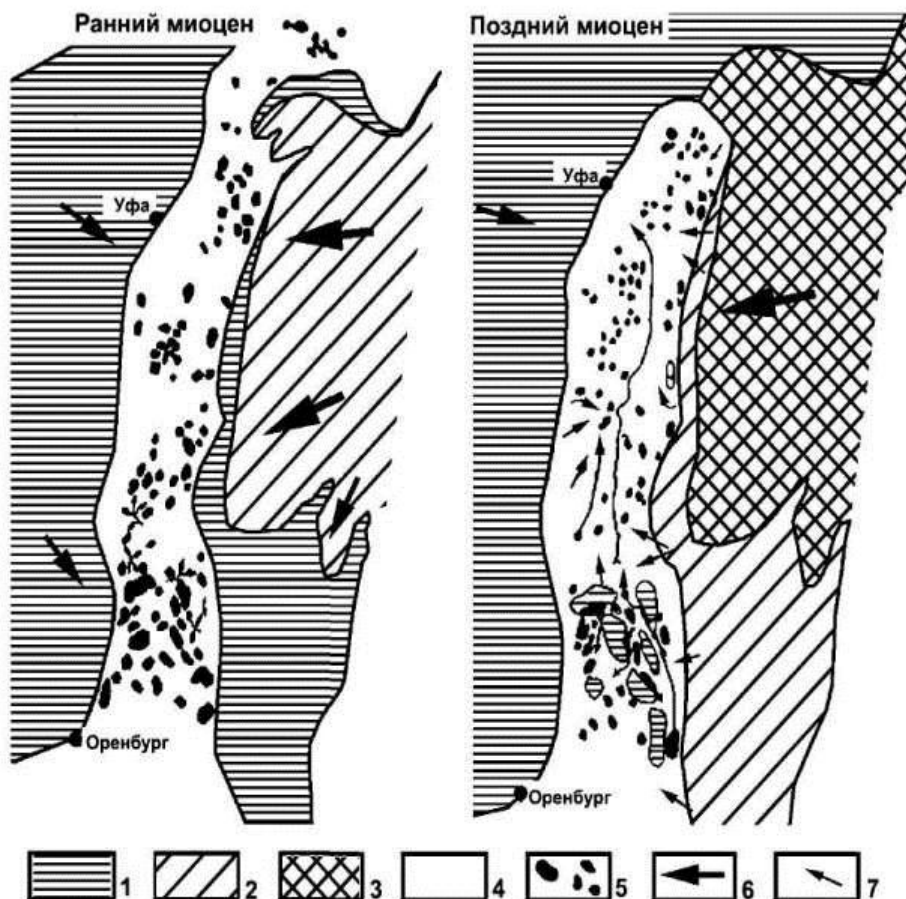


Рис.3. Палеогеографические схемы Предуралья для раннего и позднего миоцена по [7] с упрощениями.

Условные обозначения: 1 – возвышенная равнина, плато; 2 – низкие горы; 3 – средние и высокие горы; 4 – низменная равнина; 5 – пресноводные озера и болота; 6 – главные направления руслового сноса; 7 – второстепенные направления руслового сноса и плоскостного смыва.

Все вышеизложенное позволяет сделать заключение о том, что формирование благороднометальной геохимической специализации южноуральских бурых углей обусловлено поступлением в бассейн угленакопления на стадии его образования кластогенного материала, одним из источников которого являлись породы основного-ультраосновного состава, распространенные в пределах Башкирского поднятия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Волченко Ю.А., Коротеев В.А., Золоев К.К., Мардиросьян А.Н. Платиноидное оруденение основных геодинамических режимов развития Уральского подвижного пояса // Ежегодник-1992, Екатеринбург: УИФ Наука, 1993. - С. 89-92.
2. Ковалев С.Г., Высоцкий И.В. Новый тип оруденения в докембрийских конгломератах западного склона Южного Урала // ДАН, 2004, т. 395, № 4. - С. 503-506.
3. Ковалев С.Г., Салихов Д.Н. Полезные ископаемые Республики Башкортостан (хромитовые руды). Уфа: изд-во «Экология», 2000. - 207 с.

4. Радомская В.И., Радомский С.М., Юсупов Ц.В., Моисеенко В.Г. Биоаккумуляция благородных металлов растениями // ДАН, 2003, т. 388, № 1. - С. 93-96.
5. Середин В.В. Au-PGE-минерализация на территории Павловского бурогольного месторождения, Приморье // Геология рудных месторождений. 2004, т. 46, № 1. - С. 43-73.
6. Юдович Я.Э., Кетрис М.П., Мерц А.В. Элементы-примеси в ископаемых углях. - Л.: Наука, 1985. - 239 с.
7. Яхимович В.Л., Андрианова О.С. Южноуральский бурогольный бассейн / Кайнозой Башкирского Предуралья // Уфа: Горно-геол. Ин-т БФАН СССР, 1959, т. 1, Ч. 3. - 300 с.
8. Яхимович В.Л., Немкова В.К., Вербицкая Н.П. и др. Кайнозой Башкирского Предуралья. - М.: Наука, 1970, т. II, ч. 3. - 134 с.