



Guidebook
of geological
excursion
of the International
Summer School
of Sedimentary
Geology

PERMIAN SEDIMENTS OF THE EAST PART OF RUSSIAN PLATE

ПЕРМСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛИТЫ

Путеводитель
геологических
экскурсий
Международной
летней школы
по осадочной
геологии



Ministry of education of the Russian Federation
Kazan Federal University
Institute of Geology and Petroleum Technologies
Министерство образования и науки Российской Федерации
Казанский федеральный университет
Институт геологии и нефтегазовых технологий

Sungatullin P. Kh., Silantiev V. V., Khassanov R. R., Sungatullina G. M.
Сунгатуллин Р. Х., Силантьев В. В., Хасанов Р. Р., Сунгатуллина Г. М.

PERMIAN SEDIMENTS OF THE EAST PART OF RUSSIAN PLATE

ПЕРМСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛИТЫ

Guidebook of geological excursion
of the International Summer School of Sedimentary Geology
Handbook

Путеводитель геологических экскурсий
Международной летней школы по осадочной геологии
Учебное пособие

Kazan 2014
Казань 2014

УДК 550.8

ББК 26.3

П27

Editor: Dr, Professor Nurgaliev D.K.

Научный редактор: д.г.-м.н., профессор Нурғалиев Д.К.

П27 Sungatullin P. Kh., Silantiev V. V., Khassanov R. R., Sungatullina G. M.
Permian sediments of the east part of Russian plate. Guidebook of geological excursion of the International Summer School of Sedimentary Geology: Handbook. – Kazan: publishing company «Artyfakt», 2014. – 44 p.

Сунгатуллин Р. Х., Силантьев В. В., Хасанов Р. Р., Сунгатуллина Г. М.
Пермские отложения востока Русской плиты. Путеводитель геологических экскурсий Международной летней школы по осадочной геологии: учебное пособие. – Казань: Издательство «Артифакт», 2014. – 44 с.

ISBN 978-5-905089-14-5

In guide are given of the history of the study and a brief description of the Permian geological sections in the basins of the Volga and Kama. Guide is designed for geologists, teachers and students.

В путеводителе приведены история изучения и краткое геологическое описание пермских разрезов в бассейнах Волги и Камы. Путеводитель рассчитан на геологов, преподавателей, аспирантов и студентов.

Translated from the Russian by Nikolaeva S., Platov B. and Shamsutdinova N.

Перевод Николаевой С., Платова Б. и Шамсутдиновой Н.

УДК 550.8

ББК 26.3

© Sungatullin P.Kh., Silantiev V.V.,
Khassanov R.R., Sungatullina G.M., 2014

© Kazan Federal University, 2014

© Artyfakt (design), 2014

© Сунгатуллин Р. Х., Силантьев В. В.,
Хасанов Р. Р., Сунгатуллина Г. М., 2014
© Казанский федеральный университет, 2014

© Артифакт (дизайн), 2014

ISBN 978-5-905089-14-5

CONTENT

INTRODUCTION	6
DESCRIPTION OF THE SECTIONS.....	12
PECHISHCHI SECTION.....	14
CHEREMUSHKA SECTION.....	18
MONASTYRSKY SECTION.....	24
SENTYAK SECTION.....	30
YELABUGA SECTION.....	36
REFERENCES.....	43

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
ОПИСАНИЯ РАЗРЕЗОВ.....	12
РАЗРЕЗ «ПЕЧИЩИ».....	14
РАЗРЕЗ «ЧЕРЕМУШКА».....	18
РАЗРЕЗ «МОНАСТЫРСКИЙ».....	24
РАЗРЕЗ «СЕНТЯК».....	30
РАЗРЕЗ «ЕЛАБУГА».....	36
ЛИТЕРАТУРА.....	43

INTRODUCTION

The area of the tour is located in the eastern part of the Russian plate, at the confluence of major rivers – the Volga and the Kama. The history of systematic lithological and paleontological study of the sections in this region begins in the works by R.I. Murchison [1845], who was the first to identify and study the Permian system on the banks of the Volga in 1841, when he traveled from Vladimir to Perm. Since then the Permian of the eastern Russian Plate is always in sight of the domestic and global stratigraphy. The study of these sediments is associated with the names of prominent geologists of the Kazan University: N. A. Golovkinsky, A. A. Shtukenberg, P. I. Krotov, A. V. Nechaev, M. E. Noinsky, A. F. Zaitsev, V. A. Cherdyntseva, E. I. Tikhvinskaya, V. I. Ignatiev, B. V. Burov, V. G. Halymbadzhi, A. K. Gusev and others.

Due to the work of a number of Kazan geologists the fundamental ideas on the age, genesis, facies variation of the Permian deposits of the eastern Russian plate were made, which are confined to the field of building materials, copper, oil shale, coal, and other minerals.

During the Summer School the excursions will be held on unique Permian sections: Pechishi, Cheremushka, Monastyrsky, Tanaika, Sentyak and Yelabuga (fig. 1),

which will help to get an understanding of the variety of sedimentary processes taking place in the east of the Russian plate in the second half of the Permian period. During the guided tour one will have the opportunity not only to study the geology of these areas, but also to collect data on lithology and paleontology for students' qualification works.

Sedimentary cover of the eastern Russian Plate represented by a complex of geological formations in the age range of the lower Riphean to quarters inclusive, which lie on the subhorizontal crystalline basement rocks. The formations of the Permian, Jurassic, Cretaceous and Neogene systems come to the surface. In general, horizontal bedding of the sediments is disturbed by structures of different order: arches, domes, shafts, depressions and valleys. Basement and platform cover are broken by numerous differently-oriented faults, including shifts.

Permian sediments in the east of Russian Plate include all three sections with a total thickness of up to 720 m; and, international and Russian stratigraphic schemes have some differences (Table 1-3).

Cisuralian Series (P_1) is represented by Asselian, Sakmarian, Artinskian, Ufimian and Kungurian stages. Completeness of the section of stages increases from

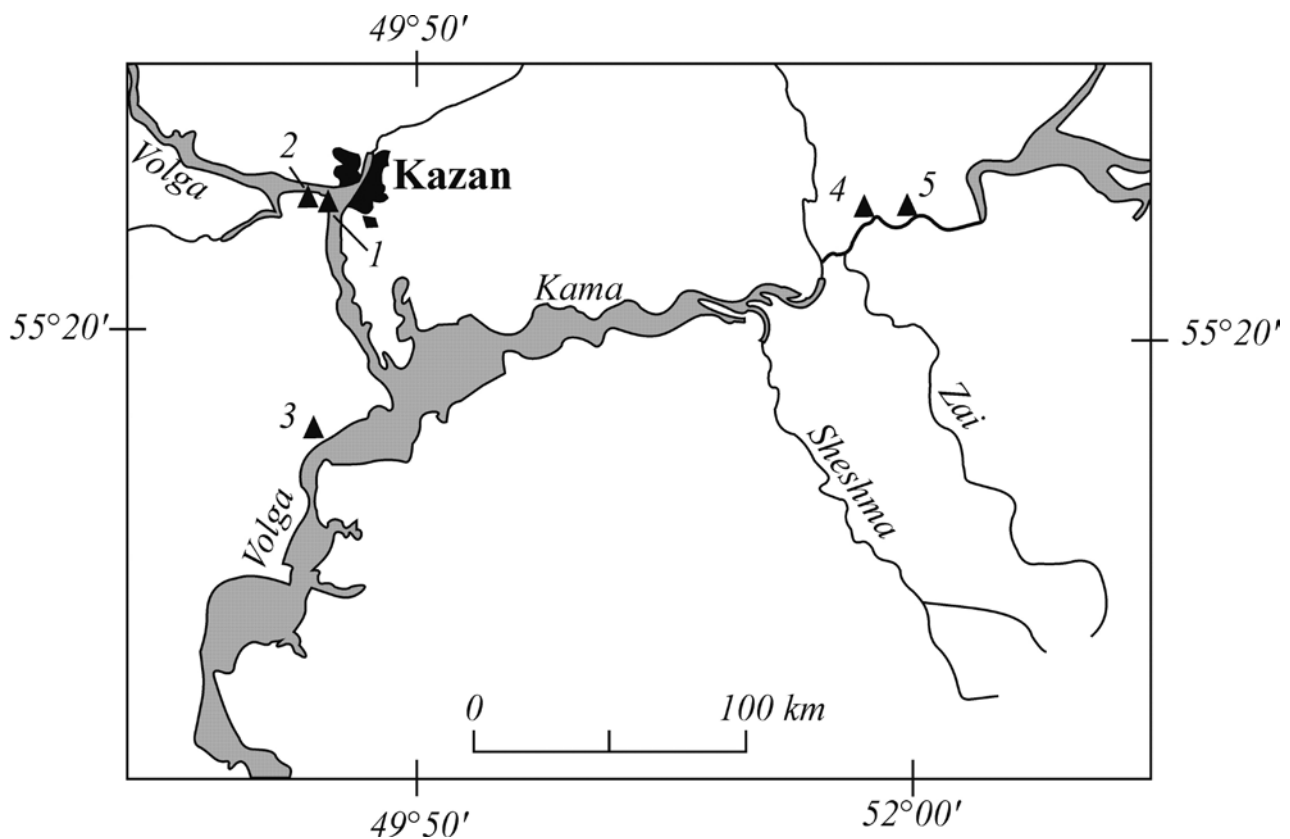


Fig. 1. Geographical location of the Permian sections [7]: 1 – Pechishchi; 2 – Cheremushka; 3 – Monastyrsky; 4 – Sentyak; 5 – Yelabuga.

Рис. 1. Географическое расположение разрезов пермской системы [7]: 1 – Печищи; 2 – Черемушка; 3 – Монастырский; 4 – Сентяк; 5 – Елабуга

ВВЕДЕНИЕ

Территория, на которой проводятся экскурсии, расположена на востоке Русской плиты, в месте слияния крупнейших рек Европы – Волги и Камы. История системного литолого-палеонтологического изучения разрезов данного региона берет начало с работ Р. И. Мурчисона [9], который в 1841 г. впервые выделил и исследовал пермскую систему на берегах Волги и Камы при путешествии от Владимира до Перми. С тех пор пермские отложения востока Русской плиты всегда находились в поле зрения отечественной и мировой стратиграфии. Их изучение связано с именами выдающихся геологов Казанского университета: Н. А. Головкинского, А. А. Штукенберга, П. И. Кротова, А. В. Нечаева, М. Э. Ноинского, А. Ф. Зайцева, В. А. Чердынцева, Е. И. Тихвинской, В. И. Игнатьева, Б. В. Бутова, В. Г. Халымбаджи, А. К. Гусева и др.

Благодаря труду целой плеяды казанских геологов созданы основополагающие представления о возрасте, генезисе, фациальной изменчивости пермских отложений востока Русской плиты, к которым приурочены месторождения строительных материалов, меди, горючих сланцев, углей и других полезных ископаемых.

Во время летней школы будут проведены экскурсии на уникальные разрезы пермской системы: Печищи, Черемушка, Монастырский, Сентяк и Елабуга (рис. 1), которые помогут получить полное представление о многообразии седиментационных процессов, происходивших на востоке Русской плиты во второй половине пермского периода.

В ходе проведения экскурсий будет предоставлена возможность не только изучить геологию данной территории, но и собрать материал по литологии и палеонтологии для выполнения квалификационных работ.

Осадочный чехол востока Русской плиты представлен комплексом геологических формаций в возрастном диапазоне от нижнего рифея до квартера включительно, которые залегают субгоризонтально на породах кристаллического фундамента. На дневную поверхность выходят образования пермской, юрской, меловой и неогеновой систем [2, 3]. В целом горизонтальное залегание осадочных отложений нарушено структурами разного порядка типа сводов, куполов, валов, прогибов и впадин. Фундамент и платформенный чехол разбиты многочисленными разноориентированными разломами, в том числе сдвигами [7].

Пермские отложения на востоке Русской плиты включают все три отдела общей мощностью до 720 м; причем, международная и российская стратиграфические схемы имеют некоторые различия (таблицы 1-3).

Приуральский отдел (P_1) представлен отложениями ассельского, сакмарского, артинского, кунгурского и уфимского ярусов. Полнота разреза ярусов увеличивается с запада на восток, а мощности отложений возрастают в этом направлении с 50 до 450 м. В пределах изучаемого региона на дневную поверхность выходят уфимские отложения (бассейн Камы).

ТАБЛИЦА 1 / TABLE 1
Пермская стратиграфическая шкала типовой области
Permian stratigraphic scale of the type area

Stage	Horizon	Beds / Formations
Vyatkian		Fifth
Severodvianian		Fourth
		Third
		Second
Urzhumian		First
Kazanian	Povolzhian	Morkvashinskie
		Verkhneuslonskie
		Pechishchinskie
		Prikazanskie
	Sokian	Krasnoyarskie
		Kamyshlinskie
		Baituganskie
Ufimian	Sheshmian	Sheshminskaya
	Solikamskian	Solikamskaya

west to east, and the thickness of deposits grow in this direction from 50 to 450 m. Within the study region the deposits the Ufimian came to the surface (the Kama basin).

The Ufimian stage (P_{1u}) unifies the gray-colored sulphate-carbonate strata of the Solikamsky horizon and red-colored sand and clay strata of the Sheshminsky horizon. There are usually signs of erosion between Solikamsky and Sheshminsky horizons. Ufimian deposits are characterized by a complex of organic residues (ostracods, Stoneworts algae, non-marine pelecypods, flora, miospores) and materially different from the Kazanian complex of organic residues. Maximum thickness of Ufimian deposits is up to 200 m.

Biarman series (P_2) includes deposits of Kazanian and Urzhumian stages of total thickness up to 300 m. Within the study the area of Biarmian deposits are exposed in the river valleys (Figure).

Kazanian stage (P_{2kz}). Lower stage limit is determined by changing the composition of rocks, fauna, flora, and geochemical indicators. In the western part of the region terrigenous-carbonate and carbonate sea deposits of the Kazanian lie on the eroded surface of karst carbonate and carbonate-sulfate formations of Asselian, Sakmarian and, rarely, Ufimian stages. The Kazanian stage is divided into two substages- bottom and top. In the western part predominantly Upper-Kazanian deposits came to the surface, while in the eastern part- the entire section of stage.

The Kazanian stage consists of polyfacies deposits (fig. 2). In the western part of the region it is composed mostly of marine carbonate and, rarely, of sulfate formations with diverse fauna: foraminifera, brachiopods, conodonts, corals, pelecypods, gastropods, etc. Eastwards the depletion of marine fauna and its gradual replacement by brackish and freshwater fauna (gastropods, pelecypods, ostracods, fish, bones of terrestrial vertebrates) with rich vegetation complexes is observed. Most clearly facial zoning is shown in the valley of the Kama River, where consistently from the north-east to the south-west continental clastic sediments are replaced by the marine, carbonate ones. Between marine and continental types of cuttings there are quite wide (50-100 km) transition zone, within which marine layers alternate with continental red rocks. Such facies variability causes difficulties with cuttings correlation. From east to west the thickness of the Kazanian stage is reduced from 190-220 m to 15-20 m.

Urzhumian stage (P_{2ur}). Urzhumian deposits are widespread in the watersheds, and in the west they can be found almost everywhere. The lower stage limit clearly is formed by changing of the gray-colored clay-carbonate rocks of the Kazanian age with variegated carbonate-clayey-silt Urzhumian formations with the

remains of ostracods, fillopod, fish scales, etc. The thickness of the Urzhumian sediments reaches 180 m.

The Tatarian Series (P_3) includes Severodvinskian and Vyatkian stages (see table). The most complete sections are developed on the right bank of the Volga, where their thickness reaches 150-200 m. Tatar deposits mainly overlain by Quaternary deposits, in the south-west of the Republic of Tatarstan these deposits are overlain by Mesozoic strata.

Severodvinskian stage (P_{3sv}). Deposits relatively widespread in the western part of the territory, where locates the watersheds of the Volga, Sviyaga, the Maly and the Bolshoi Cheremshan, the Sulcha rivers and their tributaries. The stage also comes to the surface in the cliffs right slope of the valley of the Volga and in the valleys of its right-bank tributaries. The lower stage limit is formed distinctly by the replacement of the pale colored carbonate-clay rocks with pelecypods and ostracods of the Urzhumian age, brightly colored sand and silty-clayey rocks of the Severodvinskian stage which contain fauna of ostracods, pelecypods, gastropods, fillopod and fish scales, the remains of vertebrates and higher plants, as well as Stoneworts algae. The stage is composed of red interbedded siltstones, sandstones, and clays; these are some seams of limestone and marl. The thickness of the stage is up to 100 m.

Vyatkian stage (P_{3v}). Vyatkian deposits are distributed only on the right bank of the Volga River. They consist of sandstones, siltstones, shales, and marls with remains of ostracods and pelecypods. The stage thickness reaches 30 m.

ТАБЛИЦА 2 / TABLE 2

Схема сопоставления стратиграфических шкал пермской системы
Comparison of the stratigraphic scales of Permian

Международная Стратиграфическая шкала, 1997, 2004				Общая (Восточно-Европейская) шкала, 1965		Региональная схема Восточно-Европейской платформы, 1990	Обновленная Общая (Восточно-Европейская) шкала, 2005 и Стратиграфический кодекс, 2006										
Система	Отдел	Ярус	Биостратиграфический маркер	Отдел	Ярус	Горизонты	Отдел	Ярус	Подъярус								
Пермская	Лопингский	Чансинский	Clarkina wangi	Верхний	Татарский	Вятский	Татарский	Вятский (P _{3v})	Верхний								
		Учапинский	Clarkina postbitteri						Северодвинский	Северо-двинский (P _{3s})	Верхний						
		Кептенский	Jinogondolella postserrata								Нижний	Уржумский (P _{2ur})	Нижний				
		Вордский	Jinogondolella aserrata														
	Гваделупский	Роудский	Jinogondolella nankingensis			Казанский		Поволжский			Биармийский	Уржумский (P _{2ur})	Казанский (P _{2kz})	Верхний			
		Приуральский	Кунгурский						Neostreptognathodus pnevi	Уфимский				Шешминский	Приуральский	Уфимский (P _{1u})	Уфимский (P _{1u})
	Артинский					Sweetognathus whitei		Кунгурский			Иренский	Кунгурский (P _{1k})					
													Сакмарский				
	Ассельский				Streptognathodus isolatus	Сакмарский	Саранинский	Сакмарский (P _{1s})									
			Ассельский						Streptognathodus isolatus	Ассельский	Саргинский	Ассельский (P _{1a})					
	Ассельский				Streptognathodus isolatus	Ассельский	Иргинский	Ассельский (P _{1a})									
			Ассельский						Streptognathodus isolatus	Ассельский	Бурцевский	Ассельский (P _{1a})					
	Ассельский				Streptognathodus isolatus	Ассельский	Стерлитамакский	Ассельский (P _{1a})									
		Ассельский	Streptognathodus isolatus						Ассельский	Тастубский	Ассельский (P _{1a})						
	Ассельский				Streptognathodus isolatus	Ассельский	Шиханский	Ассельский (P _{1a})									
		Ассельский	Streptognathodus isolatus						Ассельский	Холодноложский	Ассельский (P _{1a})						

Уфимский ярус (P_{1u}) объединяет в своем составе сероцветную сульфатно-карбонатную толщу соликамского горизонта и песчано-глинистую красноцветную толщу шешминского горизонта. Между соликамским и шешминским горизонтами, как правило, отмечаются следы размыва. Уфимские отложения характеризуются комплексом органических остатков (остракоды, харовые водоросли, неморские пелециподы, флора, миоспоры), существенно отличающимся от комплекса казанского яруса. Максимальная мощность уфимских отложений достигает 200 м.

Биармийский отдел (P₂) включает отложения казанского и уржумского ярусов, общая мощность которых достигает 300 м. В пределах изучаемого региона биармийские отложения обнажаются в речных долинах.

Казанский ярус (P_{2kz}). Нижняя граница яруса проводится по изменению состава пород, фауны, флоры, геохимическим показателям. На западе морские терригенно-карбонатные и карбонатные отложения казанского яруса залегают с размывом на закарстованной поверхности карбонатных и карбонатно-сульфатных образований ассельского, сакмарского и, реже, уфимского ярусов. Казанский ярус подразделяется на два подъяруса – нижний и верхний. В западной части на дневную поверхность выходят, преимущественно, верхнеказанские образования, в восточной части обнажен весь разрез яруса.

Казанский ярус представлен полифациальными отложениями (рис. 2). В западной части рассматриваемого региона он сложен в основном морскими карбонатными и, реже, сульфатными

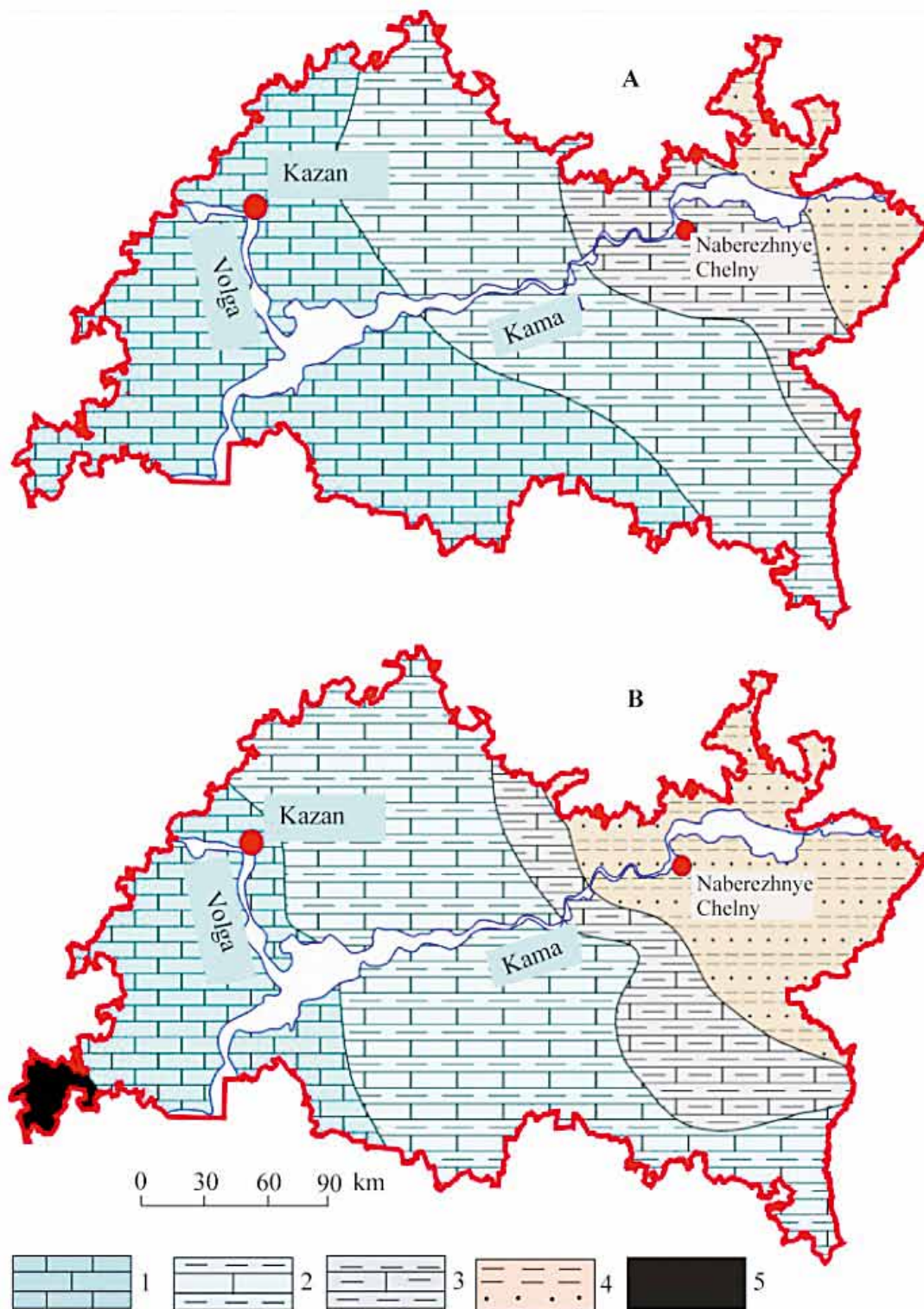


Fig. 2. Lithofacies maps of Kazanian deposits

A – Early Kazanian; B – Late Kazanian;

1 – facies of lower shelf zone, 2 – facies of upper shelf zone; 3 – facies of transition zone;

4 – continental facies; 5 – erosion area

Рис. 2. Литолого-фациальные карты казанских отложений

А – раннеказанское время; Б – позднеказанское время;

1 – зона фаций нижнего шельфа (карбонатный тип разреза), 2 – зона фаций верхнего шельфа (терригенно-карбонатный тип);

3 – зона переходных фаций (карбонатно-терригенный тип); 4 – зона континентальных фаций (терригенный тип); 5 – область размыва

образованиями с разнообразной фауной фораминифер, брахиопод, конодонтов, кораллов, пелеципод, гастропод и др. В восточном направлении наблюдается обеднение морской фауны и постепенное замещение ее солоноватоводной и пресноводной фауной (гастроподы, пелециподы, остракоды, рыбы, кости наземных позвоночных) с богатыми растительными комплексами. Наиболее четко фациальная зональность проявлена в долине реки Кама, где последовательно с северо-востока на юго-запад континентальные терригенные отложения сменяются морскими карбонатными фациями (рис. 2).

Между морским и континентальными типами разрезов существует достаточно широкая (50-100 км) переходная зона, в пределах которой морские слои чередуются с континентальными красноцветными толщами. Подобная изменчивость фациального облика пород яруса обуславливает затруднения с корреляцией разрезов. С востока на запад мощность казанского яруса сокращается от 190–220 м до 15–20 м.

Уржумский ярус (P_{2ur}). Уржумские отложения широко распространены на водоразделах, а на западе они развиты почти повсеместно. Нижняя граница яруса проводится отчетливо по смене сероцветных карбонатно-глинистых пород казанского возраста пестроокрашенными карбонатно-глинисто-алевролитовыми уржумскими образованиями, в которых встречаются остатки остракод, филлопод, чешуйки рыб и др. Мощность уржумских отложений достигает 180 м.

Татарский отдел (P_3) включает северодвинский и вятский ярусы. Наиболее полные разрезы развиты на правобережье Волги, где их мощность достигает 150-200 м. Татарские отложения перекрыты преимущественно четвертичными образованиями, на юго-западе Республики Татарстан – мезозойскими толщами.

Северодвинский ярус (P_{3sv}). Отложения яруса сравнительно широко распространены в западной части территории, где слагают водоразделы рек Волга и Свияга, Малый Черемшан и Большая Сульча и их притоков. Они также выступают на поверхность в обрывах правого склона долины Волги и в долинах ее правобережных притоков. Нижняя граница яруса проводится отчетливо по смене бледноокрашенных карбонатно-глинистых пород с пелециподами и остракодами уржумского возраста яркоокрашенными песчано-алевролитово-глинистыми породами северодвинского яруса, которые содержат фауну остракод, пелеципод, гастропод, филлопод, а также чешуйки рыб, остатки позвоночных, высших растений и харовые водоросли. Ярус сложен переслаиванием красноцветных алевролитов, песчаников, глин; встречаются прослой известняков и мергелей. Мощность яруса достигает 100 м.

Вятский ярус (P_{3v}). Вятские отложения распространены только на правобережье р. Волга, сложены песчаниками, алевролитами, глинами, мергелями с остатками остракод и пелеципод. Мощность яруса достигает 30 м.

ТАБЛИЦА 3 / TABLE 3
Пермская стратиграфическая шкала
Permian stratigraphic scale

System	International Stratigraphic Scale			Russian Stratigraphic Scale		
	Series	Stage	Conodont Standart	Series	Stage	Substage
PERMIAN	Lopingian	Chaghsingian	Clarkina wangi	Tatarian	Vyatkian (P_{3v})	Upper
		Wuchiapingian	Clarkina postbitteri			Lower
	Guadalupian	Capitanian	Jinogondolella postserrata		Severodvinian (P_{3sv})	Upper
		Wordian	Jinogondolella aserrata			Lower
		Roadian	Jinogondolella nankingensis	Biarmian	Urzhumian (P_{2ur})	
	Cisuralian	Kungurian	Neostreptognathodus pnevi		Kazanian (P_{2kz})	Upper
		Artinskian	Sweetognathus whitei	Lower		
		Sakmarian	Sweetognathus merrilli	Cisuralian	Ufimian (P_{1u})	
		Asselian	Streptognathodus isolatus		Kungurian (P_{1k})	
					Artinskian (P_{1ar})	
					Sakmarian (P_{1s})	
					Asselian (P_{1a})	





DESCRIPTION OF THE SECTIONS

EXCURSION I

ОПИСАНИЯ РАЗРЕЗОВ

ЭККУРСИЯ I

PECHISHCHI SECTION

The stratotype outcrops are exposed on the right bank of the Volga River opposite the city of Kazan. Noinisky [6] subdivided the Upper Kazanian in the Prikazansky District into eight series- (from bottom to top): A — “Yadrenyi Kamen”, B — “Sloisty Kamen”, C — “Podboi”, D — “Seryi Kamen”, E — “Shikhany”, F — “Opoki”, G — “Podluzhnik”, and H — “Perekhodnaya”. The series are grouped in three complexes which indicate three cycles in the evolution of the type area in the Late Kazanian: the first (A+B+C), the

second (D+E+F) and the third (G+H). Solodukho and Tikhvinskaya [8] recognized four horizons (from bottom to top) in the type section of the Upper Kazanian: Prikazansky (= series A+B), Pechishchinsky (C+D+E), Verkhneuslonsky (F+G), and Morkvashinsky (H). The lower part of the succession (Beds A–C) is exposed in the slope of the bank between the village of Pechishchi and Naberezhnye Morkvashi. The overlying beds are quite well exposed in the bottom and in the slopes of the Kamennyi Gully (Beds D–H) (fig. 3, 4).

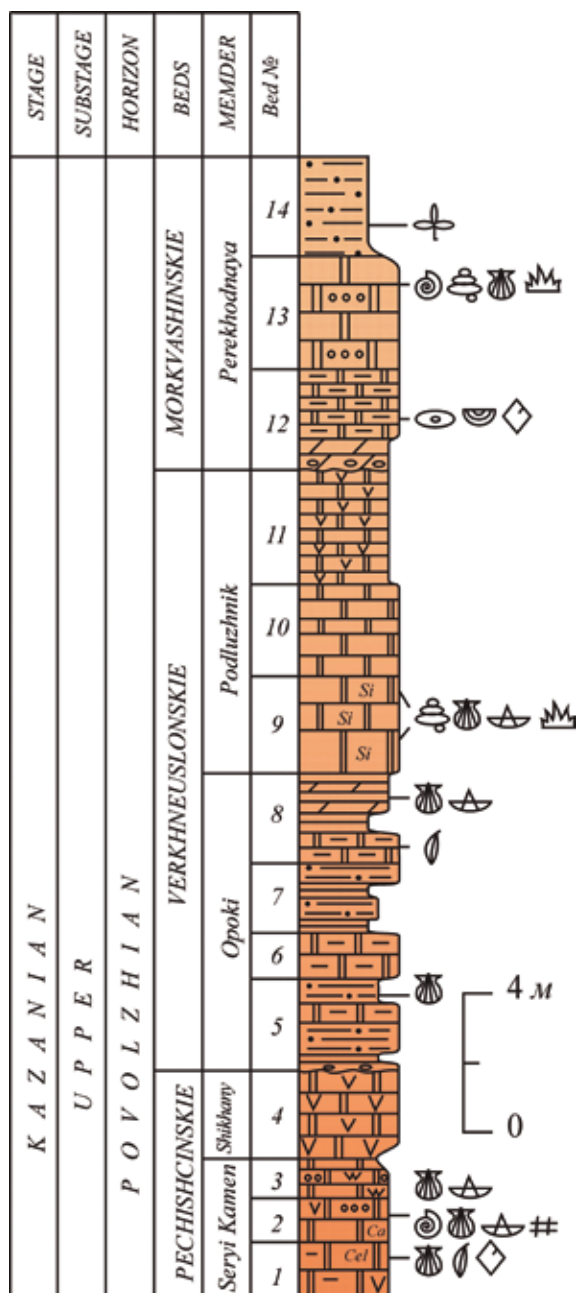


Fig. 3. Pechishchi Section [7]
 Рус. 3. Разрез Печищи

KAZANIAN STAGE

Prikazanskies Beds ($P_2kz_2^1$)

Member D (Seryi Kamen — ‘Grey Stone’).

1. Brownish-grey, muddy, thinly porous dolomite, thickly bedded at the bottom and thinly bedded at the top. The dolomite contains inclusions of calcite, celestine, and gypsum (Verkhniy Mylnik — ‘Upper Soapstone’). The inarticulate brachiopods *Orbiculoidea konincki* (Gein.) and the conulariid *Conularia hollebeni* (Gein.) are typical. The bed also contains the bivalves *Pseudomonotis (Trematiconcha) noinsky* (Lich.), *Pseudomonotis (Pseudomonotis) permianus* Masl., *Solemya (Janea) biarmica* (Vern.), *Parallelodon kingi* (Vern.), and the fish scales *Kasanichthys* sp., and *Acropholis* sp. The thickness is 1–2 m (fig. 3).

2. Grey, thickly bedded, fine-grained dolomite, sometimes stained and with pseudoolites. The bed also contains inclusions of calcite, quartz, and calcedony, more rarely celestine and gypsum (Verkhniy Peschanyi Kamen — ‘Lower Sandy Stone’). The bed contains the foraminifers *Glomospira* sp., *Ammodiscus* sp., *Globalvalvulina bulloides* Brady, *Pseudonodosaria lata* K.M.-Maclay, *Nodosaria suchonensis* K.M.-Maclay, and *Pseudoammodiscus microsphaericus* (K.M.-Maclay), numerous gypseous or siliceous molds of bivalves *Pseudomonotis garforthensis* (King), Ps. sp., *Schizodus rossicus* Vern., brachiopods *Aulostegs wangengeimi* (Vern.), and many remains of branching and reticulate bryozoans *Tabulipora ordinata* Moroz., *Fenestella permutula* Moroz. and others, which often form bioherms. The thickness is 1 m.

3. Grey, fine-grained, thickly bedded, medium hard, compact, sometimes siliceous dolomite (Seryi Kamen — ‘Grey Stone’). The lower part of the bed contains the bivalves *Nuculana kasanensis* (Vern.), *Pseudomonotis (Ps.) permianus* Masl., *Pseudobakewellia ceratophagaeformis* Noin., and the brachiopods *Cancrinella cancrini* (Vern.), *Cleiothyridina pectinifera* (Sow.), *Beecheria netschajewi* Grig. The thickness is 1.5m .

РАЗРЕЗ «ПЕЧИЩИ»

Разрез у с. Печищи на правом берегу Волги напротив Казани является стратотипом верхнего подъяруса казанского яруса (рис. 3, 4) и получил широкую известность благодаря трудам профессора М. Э. Ноинского [6]. Он разделил верхнеказанские отложения на восемь литологических серий (пачек): «ядренный камень» (пачка А), «слоистый камень» (В), «подбой» (С), «серый камень» (D), «шиханы» (Е), «опоки» (F), «подлужник» (G) и «переходная» (Н). Позднее М. Г. Солодухо и Е. И. Тихвинской [8] данные серии были сгруппированы в четыре горизонта: приказанский (А+В), печищинский (С+D+Е), верхнеуслонский (F+G) и морквашинский (Н). Горизонты в дальнейшем получили статус слоев с географическими названиями (толщ). На территории, где будет проходить экскурсия (берег Волги и овраг Каменный), обнажаются пачки D–H, нижняя часть разреза верхнего подъяруса казанского яруса (пачки А–С) вскрывается вверх по течению реки Волга в береговом склоне между селами Печищи и Набережные Моркваша (рис. 3, 4).

КАЗАНСКИЙ ЯРУС

ПЕЧИЩИНСКИЕ СЛОИ (P₂KZ₂³)

Пачка D («серый камень»)

1. Доломит глинистый, буровато-серый, мягкий, тонкопористый, внизу – толсто-, вверху – тонко-слоистый, с включениями кальцита, целестина и гипса («верхний мыльник»). Из окаменелостей характерны беззамковые брахиоподы *Orbiculoidea konincki* (Gein.) и медузоиды *Conularia hollebeni*

(Gein.); также встречаются редкие двустворки *Pseudomonotis (Trematiconcha) noinskyi* (Lich.), *Pseudomonotis (Pseudomonotis) permianus* Masl., *Solemya (Janeia) biarmica* (Vern.), *Parallelodon kingi* Vern., чешуйки и зубы рыб *Eurysomus sp.*, *Platysomus sp.*, *Acentrophorus varians* Kirkby, *Kasanichthys sp.*, *Acropholis sp.* Мощность 1–2 м.

2. Доломит серый, средне- и толстослоистый, тонко-микрозернистый, участками пятнистый или псевдооолитовый; присутствуют выделения кальцита, кварца и халцедона, реже – целестина и гипса («верхний песчаный камень»). Встречаются фораминиферы *Glomospira sp.*, *Ammodiscus sp.*, *Globivalvulina bulloides* Brady, *Cornuspira microsphaerica* K.M.-Maclay, *Nodosaria suchonensis* K.M.-Maclay, *Pseudonodosaria lata* K.M.-Maclay, многочисленные гипсовые или кремневые ядра двустворок *Pseudomonotis garforthensis* (King), *Ps. sp.*, *Schizodus rossicus* Vern., брахиопод *Aulosteges wangenheimi* (Netsch.); обильны остатки сетчатых и ветвистых мшанок *Tabulipora ordinata* Moroz., *Fenestella permulta* Moroz. и др., часто образующие биогермы. Мощность 1 м.

3. Доломит серый, тонкозернистый, толстослоистый, средней твердости, плотный, участками окремнелый («серый камень»). В нижней части слоя встречены двустворки *Nuculana kasanensis* (Vern.), *Pseudomonotis (Ps.) permianus* Masl., *Pseudobakewellia ceratophagaeformis* Noin., брахиоподы *Canocrinella cancrini* (Vern.), *Cleiothyridina pectinifera* (Sow.), *Beecheria netschajewi* Grig. Мощность 1,5 м.

Fig. 4. Pechishchi Section

Рис. 4. Обнажение Печищи



Member E (Shikhany)

4. Light grey, inequigranular, thinly wavy laminated, porous, soft dolomite with numerous gypsum nodules. The leached rock is cavernous. The top of the bed possesses desiccation fractures. The thickness is 2–4 m (fig. 5).

Verkhneusolnskie beds ($P_2kz_2^3$)

Member F (Opoki — 'Opoka')

5. The base of the bed is formed by the band of conglomerates (10–20 cm thick) which irregularly overlies the underlying rocks and consists of marl and clay small pebbles (0.5–1.0 cm in size), cemented by clay-silty material. The conglomerate is overlain by yellowish-grey, thinly wavy laminated siltstone with large cherty nodules, with interbeds of crypto-grained muddy dolomite. The siltstone contains the rare bivalve *Parallelodon kingi* (Vern.). The thickness is 1.6–3.2 m.

6. Grey, clayish, crypto-grained, micro wavy laminated, sometimes sandy dolomites with rare bioclasts (0.1–0.2 mm). The thickness is 0.8 m.

7. Alternation of siltstones and clays, yellowish-grey, thinly bedded, with rare interbeds of thinly laminated dolomites. The thickness is 2.2–3.8 m.

8. Grey, muddy, fine-grained dolomite fractured by the intersection of hair-thin fractures filled with hydroxides of iron. Upward in the section dolomites are replaced by dolomitic clays and yellowish-grey marls, with subdominant interbeds of siltstone and sandstone. Clays and sandstones contain foraminifers *Glomospira* sp., *Ammodiscus* sp., *Pseudoammodiscus megasphaericus* Gerke, bivalves *Pseudobakewellia ceratophagaformis* Noin., *Pseudomonotis (Ps.) permianus* Masl., brachiopods *Cancrinella cancrini* (Vern.), *Rhynchopora geinitziana* (Vern.), *Cleiothyridina pectinifera* (Sow.), marls contain *Lingula* sp. The thickness is 2.5–4.0 m.

Member G (Podluzhnik — 'Stone lying under the meadow')

9. Light-grey, muddy, fine-grained, thickly bedded dolomite with cherty nodules. The rock contains molds and imprints of the bivalves *Nuculana kasanensis* (Vern.), *N.speluncaria* (Gein.), *Schizodus rossicus* Vern., *Netschajewia globosa* (Netsch.), *Pseudomonotis (Ps.) permianus* Masl., the brachiopods *Cancrinella cancrini* (Vern.), *Beecheria netschajewi* Grig., *Spiriferellina netschajewi* (E. Ivan.), *Odontospirifer subcristatus* (Netsch.), and fish scales of *Platysomys soloduchoi* Minich, *Palaeoniscum kasanense* Gein. et Vett., and conodonts *Merrillina* sp. and *Stepanovites* sp. The thickness is 2.3–3.2 m.

10. Light-grey, fine-grained, medium bedded dolomite. The thickness is 3 m.

11. Light-grey, muddy, irregularly bedded dolomite

with numerous thin laminae and nodules of white and pink gypsum. The top of the bed has desiccation fractures. The thickness is 3.5 m.

Morkvashinskie Beds ($P_2kz_2^4$)

Member H (Perekhodnaya — 'Transitional')

The rocks of this member unconformably overlie the underlying rocks.

12. Yellowish-grey, dolomitic, stained marl with lenses of conglomerates (10–20 cm) at the base. Conglomerates consist of small pebbles of white dolomite. Upward in the section, marls are occasionally replaced by muddy dolomites. Marls contain non-marine ostracodes *Palaeodarwinula onega* (Bel.), *Prasuchonella belebeica* (Bel.) and others, phyllopoles, fish scales of *Acentrophorus varians* Kirkby, *Kasanichthys viatkensis* Esin, and *Palaeoniscum kasanense* Gein. et Vett., and plant fragments. The thickness is 3–4 m.

13. Light-grey, muddy, fine-grained, thickly bedded dolomite. The rock contains numerous foraminifers *Saccamina* sp., *Ammodiscus* sp., *Haplophragmoides opinabilis* Ucharsk., *Trochammina* sp., *Verneuilinoides* sp., and *Digitina rara* Ucharsk., the gastropod *Loxonema* sp., the bivalves *Parallelodon kingi* (Vern.), *Pseudobakewellia ceratophagaformis* Noin., *Lithophaga (=Modiola) consobrina* (Eichw.), *Schizodus rossicus* Vern., and *Pseudomonotis (Ps.) permianus* Masl., the brachiopods *Cancrinella* sp. and *Beecheria netschajewi* Grig., and the conodonts *Merrillina* sp. and *Stepanovites* sp. Because of the mass occurrences of *Lithophaga (=Modiola) consobrina* (Eichw.), the bed is known as the "Modiolovi Horizon". The thickness is 2.5–3.5 m.

14. Greenish-grey feldspar-quartzite siltstone, with irregular laminae and lenses of clays and dolomites. The rock contains the rare remains of the plants *Signacularia noinskii* Zal., *Paracalamites kutorgae* Gein., *Sphenophyllum stouckenbergii* (Schm.), *Odontopteris rossica* Zal., and *Nucicarpus minutus* Esaul., etc. The thickness is 2–3 m.

These beds are unconformably overlain by the red-bed Tatarian siltstone and sandstone.



Fig. 5. Member E (Shikhany)

Рис. 5. Пачка «шиханы»

Пачка Е («шиханы»)

4. Доломит светло-серый, разномзернистый, тонко-волнистослоистый, пористый, мягкий, с многочисленными гнездами гипса (рис. 5). При выщелачивании гипса порода становится сильно кавернозной. Поверхность кровли слоя с трещинами усыхания. Мощность 2–4 м.

ВЕРХНЕУСЛОНСКИЕ СЛОИ (P₂KZ₂³)

Пачка F («опоки»)

5. В основании слоя, с размывом на подстилающих породах, залегает конгломерат (10–20 см), состоящий из окатышей (0,5–1,0 см), мергелей и глин, сцементированных глинисто-алевритовым материалом. Выше следует алевролит желтовато-серый, тонко-волнистослоистый, с крупными стяжениями кремня, с прослоями криптозернистого глинистого доломита. В алевролите встречаются редкие пелециподы *Parallelodon kingi* (Vern.). Мощность 1,6–3,2 м.

6. Доломит глинистый, криптозернистый, серый, микро-волнистослоистый, участками песчаный, с единичными обломками органогенных остатков (0,1–0,2 мм). Мощность 0,8 м.

7. Переслаивание алевролитов и глин желтовато-серых, тонкослоистых с редкими прослоями тонкослоистых доломитов. Мощность 2,2–3,8 м.

8. Доломит глинистый, серый, микрозернистый, разбитый сетью пересекающихся и ветвящихся волосковидных трещинок, выполненных гидроокислами железа. Вверх по разрезу переходит в доломитовые глины и мергели желтовато-серого цвета, с подчиненными прослоями алевролитов и песчаников. В глинах и песчаниках встречаются фораминиферы *Glomospira sp.*, *Ammodiscus sp.*, *Cornuspira megasphaerica* Gerke, двустворки *Pseudobakewellia ceratophagaeformis* Noin., *Pseudomonotis (Ps.) permianus* Masl., брахиоподы *Canocrinella cancrini* (Vern.), *Rhynchopora geinitziana* (Vern.), *Cleiothyridina pectinifera* (Sow.); в мергелях отмечены *Lingula sp.* Мощность 2,5–4 м.

Пачка G («подлужник»)

9. Доломит глинистый, светло-серый, тонко-микрозернистый, толстослоистый, с конкрециями кремня. Встречаются ядра и отпечатки двустворок *Nuculana kasanensis* (Vern.), *N. speluncaria* (Gein.), *Schizodus rossicus* Vern., *Netschajewia globosa* (Netsch.), *Pseudomonotis (Ps.) permianus* Masl., брахиопод *Canocrinella cancrini* (Vern.), *Beecheria netschajewi* Grig., *Spiriferellina netschajewi* (E.Ivan.), *Odontospirifer subcristatus* (Netsch.), а также чешуйки рыб *Eurysomus soloduchoi* Esin, *Palaeoniscum kasanense* Gein. et Vett. и конодонты *Merrillina sp.* и *Stepanovites sp.* Мощность 2,3–3,2 м.

10. Доломит светло-серый, микрозернистый, местами сгустковый, средне- и тонкослоистый. Мощность 3 м.

11. Доломит глинистый, светло-серый, неравномерно-слоистый, с многочисленными тонкими прослойками и гнездами белого и розового гипса. Кровля слоя разбита трещинами усыхания. Мощность 3,5 м.

МОРКВАШИНСКИЕ СЛОИ (P₂KZ₂⁴)

Пачка H («переходная»)

Отложения пачки залегают на подстилающих образованиях с размывом.

12. Мергель доломитовый, желтовато-серый, пятнистый, в подошве с линзами конгломерата (10–20 см), состоящего из мелких галечек белого доломита. Вверх по разрезу мергель переходит в глинистый доломит. В мергеле встречаются неморские остракоды *Palaeodarwinula onega* (Bel.), *Prasuchonella belebeica* (Bel.) и др., филлоподы, чешуйки рыб *Acentrophorus varians* Kirkby, *Kasanichthys viatkensis* Esin, *Palaeoniscum kasanense* Gein. et Vett., атрит. Мощность 3–4 м.

13. Доломит глинистый, светло-серый, микрозернистый, толстослоистый. Встречаются многочисленные фораминиферы *Saccamina sp.*, *Ammodiscus sp.*, *Haplophragmoides opinabilis* Ucharsk., *Trochammina sp.*, *Verneuilinoides sp.*, *Digitina rara* Ucharsk., гастроподы *Loxonema sp.*, двустворки *Parallelodon kingi* (Vern.), *Pseudobakewellia ceratophagaeformis* Noin., *Lithophaga (=Modiola) consobrina* (Eichw.), *Schizodus rossicus* Vern., *Pseudomonotis (Ps.) permianus* Masl., брахиоподы *Canocrinella sp.*, *Beecheria netschajewi* Grig., конодонты *Merrillina sp.* и *Stepanovites sp.* По находению массовых *Lithophaga (=Modiola) consobrina* (Eichw.) слой известен под названием «модиолового горизонта». Мощность 2,5–3,5 м.

14. Алевролит полевошпатово-кварцевый, зеленовато-серый, включающий невыдержанные слойки и линзочки глинисто-доломитового состава. Встречаются редкие растительные остатки *Signacularia noinskii* Zal., *Paracalamites kutorgae* Gein., *Sphenophyllum stoukenbergii* (Schm.), *Odontopteris rossica* Zal., *Nucicarpus minutus* Esaul., и др. Мощность 2–3 м.

CHEREMUSHKA SECTION

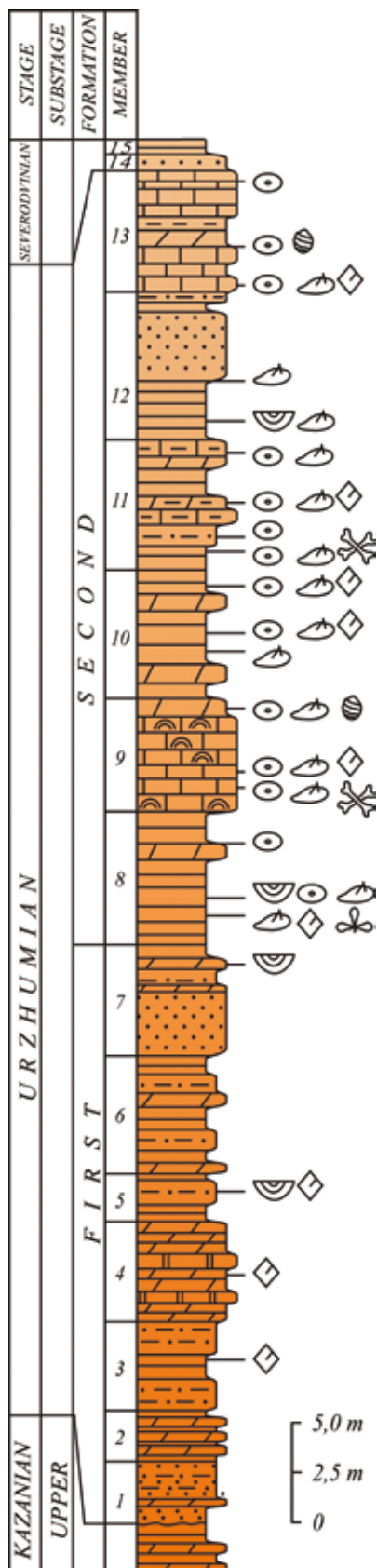


Fig. 6. Cheremushka Section [7]

Рис. 6. Разрез Черемушка

The most complete and well studied is the section exposed in the Cheremushka Gully (fig.6). This section was repeatedly studied by E.I. Tikhvinskaya, V.I. Ignatiev, N.N. Forsch, and others. A detailed paleontological description was first obtained in the 1950s thanks to the work of A.K. Gusev, Senior Lecturer at Kazan university, who distinguished a series of stratigraphic members in the succession and collected fossils bed by bed. These collections were later enlarged by V.A. Lukin, N.K. Esaulova, I.I. Molostovskaya, B.V. Burov, I.Ya. Zharkov, V.V.Silantiev. Upward in the section, above the contact with greenish-grey clays and marls of the Perekhodnaya Member of the Upper Kazanian, the sequence in the Cheremushka Gully shows the following beds [7], from bottom to top (fig.6):

URZHUMIAN STAGE

The First Formation

1. Greyish-brown, more rarely greenish-grey calcareous, muddy, sandstone and siltstone. The thickness is 3.2 m.
2. Greenish-grey, pink, brown, thinly wavy laminated, dolomitic marls, in places finely cavernous, with thin (1–5 cm) laminae of greenish-grey clay. The thickness is 2.0 m.
3. Brown, calcareous, wavy laminated siltstone and clay with thin (0.15–0.25 m) interbeds of pink and grey marl. Clays contain rare fish scales. The thickness is 4.5m.
4. Light-grey, pinkish-brown, wavy laminated, pitted, dolomitic marl with interbeds (0.3–0.6 m) of pinkish-grey dolomite, containing tubular excavations. The rocks contains rare fish scales. The thickness is 5.0 m.
5. Greyish-brown, compact, wavy laminated siltstones and clay, with thin laminae (1–5 cm) of greenish-grey sandstone. In the middle of the bed the sandy bedding planes possess scattered conchostracan shells and rare fish scales. The thickness is 2.5 m.
6. Light-grey, pinkish, brown, compact, wavy laminated, platy marls interbedded with reddish-brown wavy laminated siltstone and clay. The thickness is 6.0 m.
7. "Quartz Sandstone Member". Greenish-grey, fine-grained, quartz sandstones, with gently oblique bedding. In the upper part of the member, the rock represents an alternation of variegated siltstones, clays, and marls. Marls contain valves of conchostracan shells. The thickness is 5.5 m.

РАЗРЕЗ «ЧЕРЕМУШКА»

Разрез описан в овраге Черемушка (рис. 6). Его детальная палеонтологическая характеристика впервые получена в середине 1950-х годов благодаря работам доцента Казанского университета А. К. Гусева, который выделил в разрезе ряд литологических пачек и произвел послойные сборы органических остатков. Впоследствии результаты его исследований были дополнены В. А. Лукиным, Н. К. Есауловой, И. И. Молоствовской, Б. В. Буровым, И. Я. Жарковым, В. В. Силантьевым и др. Начиная от контакта с зеленовато-серыми глинами и мергелями «переходной» пачки верхнего подъяруса казанского яруса, в овраге Черемушка наблюдается [7] следующий порядок наложения, снизу вверх (рис. 6) :

УРЖУМСКИЙ ЯРУС

Первая свита

1. Песчаники и алевролиты известково-глинистые, буровато-коричневые, реже зеленовато-серые. Мощность 3,2 м.
2. Мергели доломитистые, зеленовато-серые, розовые, коричневые, тонко-волнисто-слоистые, участками кавернозные, с тонкими (1–5 см) прослойками зеленовато-серой глины. Мощность 2 м.
3. Алевролиты и глины известковистые, коричневые, волнистослоистые с тонкими (0,15–0,25 м) прослоями розовых и серых мергелей. В глинах встречаются редкие чешуйки рыб. Мощность 4,5 м.
4. Мергели доломитистые, светлосерые, розовато-коричневые, волнистослоистые, кавернозные, с прослоями (0,3–0,6 м) доломитов розовато-серых, пронизанных корневидными пустотами. Встречаются редкие чешуйки рыб. Мощность 5 м.
5. Алевролиты и глины буровато-коричневые, плотные, волнистослоистые, с тонкими (1–5 см) прослойками зеленовато-коричневого песчаника. В середине слоя на песчаных плоскостях наложения рассеяны створки раковин конхострак и редкие чешуйки рыб. Мощность 2,5 м.
6. Переслаивание мергелей светло-серых, розоватых, зеленоватых, коричневых, плотных, волнистослоистых, плитчатых с алевролитами и глинами красновато-коричневыми, волнистослоистыми. Мощность 6 м.
7. «Пачка кварцевые песчаники». Песчаники кварцевые, зеленовато-серые, мелкозернистые, с пологой косою слоистостью. В верхней части пачки наблюдается переслаивание пестроцветных алевролитов, глин и мергелей. В мергелях встречаются створки раковин конхострак. Мощность 5,5 м.

Вторая свита

8. «Пачка зеленые глины». Глины известковистые, зеленовато-серые, переходящие в мергели. На отдельных плоскостях наложения содержатся скопления раковин остракод *Palaeodarwinula fragiliformis* (Kash.), *P. teodorovichi* (Bel.), *P. tichonovichi* (Bel.), *Prasuchonella nasalis* (Shar.) и др., конхострак, отпечатки ядра двустворчатых моллюсков *Palaeomutela olgae* Gusev, *Prilukiella* sp., *Anthraconauta* (?) *volgensis* (Gusev), чешуйки рыб, ожелезненные и обугленные остатки растений *Paracalamites frigidus* Neus., *Annularia* cf. *parvula* Neus., *Sphenophyllum stoukenbergii* (Schm.), *Phyllotheca* sp., *Tschernovia striata* Neus., *Phylladoderma tscheremushca* Esaulova. Мощность 7 м.
9. «Пачка черемушка». Известняки и мергели светло-серые, розоватые, зеленоватые, волнистослоистые, крепкие, кавернозные, участками водорослевые. Переслаиваются с тонкими (0,3–0,5 м) прослойками красновато-коричневых алевролитов и глин. Глинистые разности пород содержат многочисленные остатки окаменелостей: остракоды *Palaeodarwinula fragiliformis* (Kash.), *P. torensis* (Kotsch.), *P. elongata* (Lun.), *P. elegantella* (Bel.), *P. mera* (Starozh.), *Prasuchonella nasalis* (Shar.) и др., конхостраки, двустворчатые моллюски *Palaeomutela vjatzensis* Gusev, *P. doratioformis* Gusev, *P. krotowi* Netsch., *Prilukiella* sp., *Anthraconauta* (?) *volgensis* Gusev, чешуйки рыб, кости длинномордых антракозавроморфов *Chroniosuchus* sp., оогонии харовых водорослей *Luichara luojii* Kis., *Stomochara constricta* Kis., *St. diserta* Said., *St. lubrica* Said., *Cuneatochara amara* Said. Мощность 6 м.
10. «Пачка ленточные мергели». Глины красновато-коричневые, с прослоями тонкоплитчатых зеленовато-серых мергелей. Встречаются многочисленные скопления конхострак, остракод *Palaeodarwinula fragiliformis* (Kash.), *P. elongata* (Lun.), *P. obvia* (Mol.), *P. arida* (Mol.), *Prasuchonella nasalis* (Shar.), *Permiana elongata* Posn., двустворчатых моллюсков *Palaeomutela castor* (Eichw.), *P. olgae* Gus., *Prilukiella subovata* (Jones), *Pr. pugnatoria* Gus., *Pr. mirabilis* (Gus.), *Anthraconauta* (?) *volgensis* Gus., *A. (?) uslonensis* Gus., чешуйки рыб. Мощность 6,5 м.
11. «Пачка воробьевка» или «пачка малиновые глины». Алевролиты и глины малиновые с прослоями зеленовато-серых известняков и мергелей. Алевролиты и глины плотные, неяснослоистые, с тонкими прослойками зеленовато-серого песчаника. Мергели и известняки глинистые, волнистослоистые, водорослевые, крепкие, массивные, участками кавернозные. В глинистых разностях пород встречаются многочисленные скопления

The Second Formation

8. "Green Clay Member". Greenish-grey, calcareous clay gradually replaced by marls. Some bedding planes possess accumulations of the ostracodes *Palaeodarwinula fragiliformis* (Kash.), *P. teodorovichi* (Bel.), *P. tichonovichi* (Bel.), *Prasuchonella nasalis* (Shar.) and others, imprints and molds of the bivalves *Palaeomutela olgae* Gusev, *Prilukiella* sp., and *Anthraconauta (?) volgensis* Gusev, fish scales, ferruginous and coaly remains of the plants *Paracalamites frigidus* Neub., *Annularia cf. parvula* Neub., *Sphenophyllum stouckenbergii* (Schm.), *Phyllothea* sp., *Tschernovia striata* Neub., and *Phylladoderma tscheremushca* Esaul. The thickness is 7.0 m.

9. "Cheremushka Member". Light grey, pinkish, greenish, wavy bedded, solid, cavernous, partly algal limestone and marl. These rocks interbed with thin (0.3–0.5 m) beds of reddish-brown siltstone and clay. Clays contain many fossils, including the ostracodes *Palaeodarwinula fragiliformis* (Kash.), *P. torensis* (Kotsch.), *P. elongata* (Lun.), *P. elegantella* (Bel.), *P. mera* (Starozh.), *Prasuchonella nasalis* (Shar.) and others, conchostracans, the bivalves *Palaeomutela vjatkensis* Gusev, *P. doratioformis* Gusev, *P. krotowi* Netsch., *Prilukiella* sp., and *Anthraconauta (?) volgensis* Gusev, fish scales, bones of the long-snouted anthracosauromorphs *Chroniosuchus* sp., the charophytes *Luichara luonii* Kis., *Stomochara constricta* Kis., *St. diserta* Said., *St. lubrica* Said., and *Cuneatochara amara* Said. The thickness is 6.0 m.

10. "Ribbon Marls Member". Reddish-brown clays with interbeds of thinly platy, greenish-grey marl. The rock contains numerous accumulations of conchostracans, the ostracodes *Palaeodarwinula fragiliformis* (Kash.), *P. elongata* (Lun.), *P. obvia* (Mol.), *P. arida* (Mol.), *Prasuchonella nasalis* (Shar.), and *Permiana elongata* Posn., the bivalves *Palaeomutela castor* (Eichw.), *P. olgae* Gus., *Prilukiella subovata* (Jones), *Pr. pugnatoria* Gus., *Pr. mirabilis* (Gus.), *Anthraconauta (?) volgensis* Gus., and *A. (?) uslonensis* Gus., and fish scales. The thickness is 6.5 m.

11. "Vorobyevka Member" or "Crimson Clay Member". Crimson-red siltstone and clays with interbeds of greenish-grey limestone and marl. Siltstones and clays are compact, indistinctly bedded, with thin laminae of greenish grey sandstone. Marls and limestones are clayish, wavy bedded, algal, solid, sometimes cavernous. Clays contain numerous conchostracans, the ostracodes *Palaeodarwinula fragiliformis* (Kash.), *P. cf. elongata* (Lun.), *P. cf. tuba* (Misch.), *Prasuchonella nasalis* (Shar.), and others, the bivalves *Palaeomutela vjatkensis* Gus., *Prilukiella pugnatoria* Gus., *Pr. mirabilis* Gus., *Anthraconauta (?) volgensis* Gus. and others., fish scales, bones of the small reptile *Nycteroleter* sp. The thickness is 6.5 m.

12. "Tobacco Sandstone Member". Reddish-brown (chocolate), horizontally bedded clays replaced at the top of the bed by yellowish-grey (tobacco) sandstones with oblique bedding. Clays contain molds of the bivalves *Palaeomutela castor* (Eichw.), *P. longissima* Netsch., *Prilukiella pugnatoria* Gus., *Pr. subovata* (Jones), *Anthraconauta (?) volgensis* Gus., *A. (?) tscherdinzewi* Gus., the conchostracan *Pseudestheria eos* (Eichw.), and ostracodes. The thickness is 7.5 m.

The lithological composition and bedding of the overlying beds are well observed in the outcrop situated at the very top of the Volga hill-side to the west of the Cheremushka Gully.

13. "Kruutoovrazhnaya ('Steep Gullies') Member". Light-grey, algal, hard, cavernous limestones in places replaced by greenish-grey marls and clays. The rocks contain numerous ostracodes of *Palaeodarwinula fragiliformis* (Kash.), *P. cf. chramovi* (Gleb.), *P. elongata* (Lun.), *P. cf. tuba* (Misch.), *Prasuchonella nasalis* (Shar.), *Permiana elongata* Posn., *Suchonellina inornata* (Spizh.) and others, the bivalves *Palaeomutela krotowi* Netsch., *Prilukiella nitida* Gus., fish scales, charophytes *Cuneatochara amara* Said. The thickness is 6.5 m.

SEVERODVINIAN STAGE

The Third Formation

14. Yellowish-grey, fine-grained, polymict sandstone with gently oblique bedding. The contact with the underlying bed is uneven. The thickness is 0.8 m.

15. Reddish-brown, indistinctly bedded clays, with thin laminae of greenish-grey sandstone. The visible thickness is 0.5 m.

Upward of the slope the succession is unexposed.

конхострак, остракод *Palaeodarwinula fragiliformis* (Kash.), *P. cf. elongata* (Lun.), *P. cf. tuba* (Misch.), *Prasuchonella nasalis* (Shar.) и др., двустворчатых моллюсков *Palaeomutela vjatzensis* Gus., *Prilukiella pugnatoria* Gus., *Pr. mirabilis* Gus., *Anthraconauta (?) volgensis* Gus. и др., чешуйки рыб, косточки мелких рептилий *Nycteroleter* sp. Мощность 6,5 м.

12. «Пачка табачные песчаники». Глины красновато-коричневые («шоколадные»), горизонтально-слоистые, вверху сменяющиеся песчаником желтовато-серым («табачным») с пологой косой слоистостью. В глинах встречаются ядра двустворчатых моллюсков *Palaeomutela castor* (Eichw.), *P. longissima* Netsch., *Prilukiella pugnatoria* Gus., *Pr. subovata* (Jones), *Anthraconauta (?) volgensis* Gus., *A. (?) tscherdinzewi* Gus., раковины конхострак *Pseudestheria* sp., *Euestheria eos* (Eichw.) и остракод. Мощность 7,5 м.

13. «Пачка крутоовражная». Известняк водорослевый, светло-серый, твердый, кавернозный, прослоями переходящий в зеленовато-серые мергели и глины. Встречаются многочисленные остракоды *Palaeodarwinula fragiliformis* (Kash.), *P. cf. chramovi* (Gleb.), *P. elongata* (Lun.), *P. cf. tuba* (Misch.), *Prasuchonella nasalis* (Shar.), *Permiana elongata* Posn., *Suchonellina inornata* (Spizh.) и др., двустворчатые моллюски *Palaeomutela krotowi* Netsch., *Prilukiella nitida* Gus., чешуйки рыб, харофиты *Cuneatochara amara* Said. Мощность 6,5 м.

СЕВЕРОДВИНСКИЙ ЯРУС

Третья свита

14. Песчаник полимиктовый, желтовато-серый, мелкозернистый, с пологой косой слоистостью. Контакт с подстилающим слоем неровный. Мощность 0,8 м.

15. Глина красновато-коричневая, неяснослоистая, с тонкими прослойками песчаника зеленовато-серого. Видимая мощность 0,5 м.





DESCRIPTION OF THE SECTIONS

EXCURSION II

ОПИСАНИЯ РАЗРЕЗОВ

ЭККУРСИЯ II

MONASTYRSKY SECTION

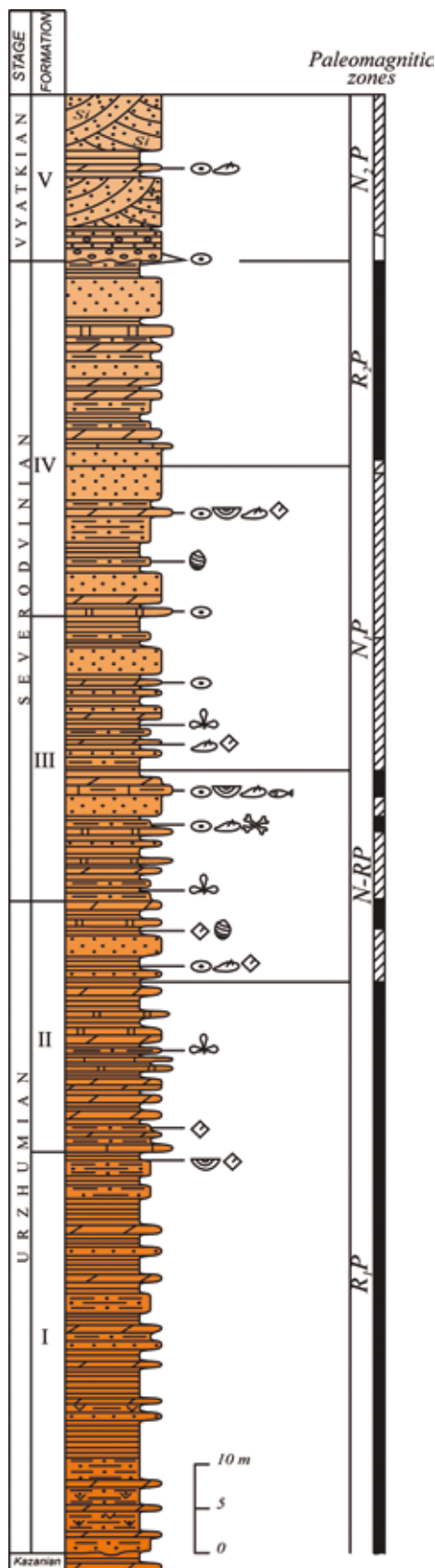


Fig. 7. Monastyrsky Section [7]
Рис. 7. Разрез Монастырский

The Monastyrsky Gully is located on the right bank of the Volga River, in the vicinity of the village of Monastyrskoe, 12 km upstream of the town of Tetyushi. The outcrops in the thalweg and slopes of these gullies represent one of the most complete and readily accessible section of the Tatarian in the region of the Kazan Povolzhye (fig. 7). This section was repeatedly studied in the course of stratigraphic, lithological and paleontological works [1, 7]. The stage is represented there by all three horizons and five formations, and its thickness reaches 180 m.

URZHUMIAN STAGE

First Formation

The lower part of the formation is exposed near the mouth of the Monastyrsky Gully on the steep bank of the Volga River, while the upper part of the formation is exposed in the right slope of the gully, where it forms a series of ledges. The thickness of the formation is ca. 45 m. As a result of the building of the water reservoir near the city of Samara, the waterline raised, and the Kazanian-Tatarian boundary lies slightly below the water level in the Volga River. According to Forsch (unpublished Report to the Geological Survey, 1938), the Tatarian starts with the dull-red siltstones with gypsum nodules. There is no distinct gap between the stages.

Generally, the First Formation is composed of red-bed clays and is distinctly subdivided into two parts. The clays of the lower part of the formation are gypsiferous, containing many interbeds (3–20 cm thick) of grey and pink marls and clayish dolomites, more rarely of brown siltstones and sandstones. In the upper part of the formation, clays are more homogenous and have a few interbeds of terrigenous and carbonate rocks.

Fossils occur rarely in the formation and mostly in its upper part. The first bed with fossils lies 10 m below the top of the formation and is composed of reddish-brown thinly bedded clays containing small (3–4 mm) distorted valves of conchostracans. Seven meters above this bed, dull-red unbedded clays, along with conchostracans, contain the isolated scales of the fishes *Platysomus biarmicus* Eichw., *Kargalichthys efremovi* Minich, *Amblypterygia costata* (Eichw.), *Acrolepis rhombifera* Eichw., *Palaeoniscum cf. kasanense* Gein. et Vetter, *Palaeoniscum cf. freislebeni* Bl., *Palaeoniscum kurtum* Krotov, *Varialepis orientalis* (Eichw.), *Varialepis bergi* A. Minich, *Elonichthys sp.*, *Eurysomus sp.*, and *Xenosynechodus sp.* The scales are 2–5 mm in size, black, not oriented and regularly distributed in the rock.

Second Formation

The Second Formation is exposed in the second right tributary, and also in the thalweg and slopes of the Monastyrsky Gully. The thickness of the formation is ca. 35 m. Its lower boundary is drawn at the base of the 0.3 meter-thick bed of pinkish-grey, dolomitic, heterogeneous marl. In the bottom of the gully, this bed forms the waterfall, first from the mouth. The Second Formation is distinct in its cyclic structure and high content of carbonates. The section contains three clayish-carbonate members, at the bottom, in the middle, and at the top. These members are separated by the two members of sandy-clayish rocks. The clayish-carbonate members are composed of greenish and pinkish-grey dolomites, clayish limestones and marls (0.2–1.5 m thick), containing thin (usually 10–30 cm) bands of red clay. Sandy-clayish members are composed of reddish-brown clays and siltstones with lenticular interbeds of brownish sandstones (up to 2 m).

РАЗРЕЗ «МОНАСТЫРСКИЙ»

Монастырский овраг находится на правом берегу р. Волга в 12 км от г. Тетюши и в 3 км восточнее с. Монастырское. Обнажения образуют один из наиболее полных и легко доступных разрезов биармийского и татарского отделов пермской системы, мощность которого превышает 180 м.

По местной стратиграфической схеме разрез подразделяется на пять свит, выделенных Н. Н. Форшем в 1938 г. В литературе названия свит часто именуются как «свиты Н. Н. Форша». На XXX Международном Геологическом Конгрессе (Пекин, 1996) данный разрез предложен в качестве эталона магнитостратиграфической границы гиперзон Киамы и Иллавара палеомагнитной шкалы Кокса.

В состав уржумского яруса входят «первая», «вторая» и большая часть «третьей» свиты (рис. 7).

УРЖУМСКИЙ ЯРУС

Первая свита

Отложения первой свиты залегают на размытой поверхности зеленовато-серых мергелей и глин казанского яруса. В основании уржумский ярус сложен кирпично-красными алевролитами с желваками гипса. В нижней половине свита (около 20 м) представлена глинами темно-коричневыми,

загипсованными, с многочисленными прослоями (3–20 см) мергелей доломитовых, коричневых, пелитоморфных, реже алевролитов и песчаников. В верхней части свиты (около 25 м) глины более однородны, с единичными прослоями терригенных и карбонатных пород, а также характерными тончайшими прослойками палыгорскита. Палеонтологические остатки в свите встречаются редко и приурочены к ее верхней части, где в красновато-коричневых тонкослоистых глинах содержатся мелкие (3–4 мм) деформированные створки конхострак, чешуйки и зубы рыб. Мощность свиты около 45 м.

Вторая свита

Цикличное переслаивание глинисто-карбонатных и песчано-глинистых пород (рис. 8, 9). Глинисто-карбонатные пачки сложены доломитами, глинистыми известняками и мергелями (мощностью 0,2–1,5 м), содержащими тонкие (обычно 10–30 см) прослой красных глин. Песчано-глинистые пачки слагаются красновато-коричневыми глинами и алевролитами с линзовидными прослоями буровато-коричневых песчаников (до 2 м). Ископаемые остатки представлены неморскими остракодами, двустворчатыми моллюсками, остатками рыб, амфибий и растений. Мощность свиты 36 м.



Fig. 8. Monastyrsky Gullies. Second and Third Formation [1]

Рис. 8. Монастырский овраг. Обнажение второй и третьей свит в левом борту оврага

Fossils are represented by non-marine ostracodes, bivalves, fishes, amphibians, and plants. The bed of the greenish-grey siltstone (5–20 cm), 6.5 m above the base of the formation, contains numerous scales of the fishes *Platysomus biarmicus* Eichw., *Amblypterina costata* (Eichw.), *Amblypterina sp.*, *Palaeoniscum cf. kasanense* Gein. et Vetter, *Palaeoniscum sp.*, *Varialepis bergi* A. Minich, *Elonichthys sp.*, *Eurysomus sp.*, and *Xenosynechodus sp.* The large (0.5–3.0 cm) reddish-brown scales occur parallel to the bedding planes and mainly concentrate in the thin (3–5 mm) bed which also yields small amphibian bones.

Eight meters below the top of the formation, the bed (0.1 m) of reddish-brown evenly and thinly laminated clay contains molds of the ostracodes *Palaeodarwinula cf. fragiliformis* (Kash.), the bivalves *Palaeomutela castor* (Eichw.), *P. doratioformis* Gusev, *Prilukiella subovata* (Jones), scales of the fishes *Varialepis cf. orientalis* (Eichw.), *Platysomus sp.*, *Elonichthys sp.*, fragments of the small-leafed plant *Phylladoderma tscheremushca* Esaul., and the remains of *Paracalamites frigidus* Neub. and *Stomochara diserta* Kis.

Upper Tatarian is composed of three formations: the Third, the Fourth, and the Fifth formations.

Third Formation

The Third Formation is well exposed in the first right tributary and in the thalweg of the mainstream of the Monastyrsky Gully (fig. 8, 9). The slopes of the gully expose only the lower part of the formation; because of the slides, the primary structure of beds is distorted here by many small gliding planes. The thickness of the formation is ca. 35 m. Its lower boundary is drawn at the top of the upper dolomitic bed of the Second Formation. In the thalweg of the gully, this bed forms the ledge, second from the mouth of the gully.

The Third Formation is distinct in the predominance of sandstones and siltstones in the succession (fig. 9). Carbonate beds are rare, and they are thin. The most widespread are reddish-brown clays and siltstones, and thick lenses of yellowish-brown, obliquely laminated sandstones that are usually intercalated in the host rock. Carbonate rocks are represented by grey, nodular, and muddy limestones and marls. The cyclicity of the formation is distinct.

Different levels within the formation contain the remains of non-marine bivalves, ostracodes, conchostracans, fishes, and tetrapods, and imprints and fragments of plants. Grey and brown siltstones 1–1.5 m above the base of the formation contain coaly remains of the trunks of *Sphenophyllum stouckenbergii* (Schm.) and *Paracalamites frigidus* Neub. The bed of reddish-brown and greenish-grey siltstone eight meters higher than the previous contains the ostracodes *Palaeodarwinula elongata* (Lun.), *P. chramovi* (Gleb.), *P. teodorovichi* (Bel.), *P. fainae* (Bel.), *Prasuchonella nasalis* (Shar.), and *P. cf. stelmachovi* (Spizh.), the bivalves *Palaeomutela ulemensis* Gusev, *P. wöhrmani* Netsch., *P. numerosa* Gus., *P. marposadica* Gus., and *P. subparallela* Amal., rare scales of the fishes *Varialepis orientalis* (Eichw.) and *Amblypterina sp.*, and rare amphibian vertebrae. The clayish limestone, four meters above, contains

the ostracodes *Palaeodarwinula elongata* (Lun.), and *Prasuchonella nasalis* (Shar.), the remains of complete fishes *Platysomus biarmicus* Eichw., *Kargalichthys efremovi* Minich, *Varialepis bergi* A. Minich, *V. orientalis* (Eichw.), *Amblypterina costata* (Eichw.), *Amblypterina sp.*, *Palaeoniscum curtum* Krotov, and *Xenosynechodus sp.*, a few small bivalves of *Palaeomutela sp.* and conchostracans.

Fourth Formation

The Fourth Formation is exposed in the thalweg of the first left tributary of the Monastyrsky Gully. It is represented by the alternation of siltstones, clays and sandstones with marls and limestones showing the distinct cyclicity. Sandstones are usually bluish or yellowish-grey, and recognized in three levels as lenses 2.50–8.0 m thick. Together with clays and siltstones, they form three clayish-sandstone members. Carbonate rocks concentrate mostly in the lower and upper part of the formations, where they, together with clays, form separated clayish-carbonate members 4.5 m thick at the bottom and 7.8 m at the top of the formation. The lower boundary of the formation is drawn at the base of the bed of light-grey clayish limestone with a distinct vertical structure overlying the upper clayish-sandstone member of the Third Formation. The thickness of the formation is ca. 33 m.

The formation contains few fossils. At the base of the formation, there are the ostracodes *Suchonellina inornata* (Spizh.), *S. parallela* (Spizh.), *S. ex. gr. parvaeformis* (Kash.), and *Prasuchonella nasalis* (Shar.), and the charophytes *Cuneatochara vjatkensis* Kis. and *C. amara* (Said.). Upward in the section, five meters below the top of the formation, the bed of bluish-grey marl, apart from the similar ostracode assemblage, contains large conchostracan shells, fragments of the bivalve *Palaeomutela sp.*, scales of the fishes *Amblypterina costata* (Eichw.), *Platysomus sp.*, *Kargalichthys efremovi* Minich, and *Varialepis bergi* A. Minich. Ostracodes occur in the more calcareous part of the marl whereas fish scales occur in more clayish part. The intermediate type of marl contain conchostracan and fragments of bivalve shells.

Fifth Formation

The Fifth Formation and its boundary with the Fourth Formation is exposed 2 km southwest, in the upper reaches of the Ilyinsky Gully. In this gully, the section of the formation is represented by the member (10–15 m) of yellowish-brown obliquely laminated sandstones, with conglomerate lenses, consisting of fragments of local rocks. Sandstones frequently contain silicified lenses and interbedded with red-bed siltstones, clays and marls. The apparent thickness of the formation is 25 m.

The lower part of the formation (clays and marls) contains ostracodes and fragments of bivalves. Ostracodes are characteristic of the boundary beds of the Vyatkian and Severodvinian Horizons and represented by *Palaeodarwinula fragilis* (Schn.), *Suchonellina parallela* (Spizh.), and *Volganella magna* (Spizh.), *V. laevigata* Schn. Sandstones contain bone of labyrinthodonts (*Dvinosaurus*), chroniosuchids (*Chroniosaurus*), leptorophids (*Raphanodon*), pareiasaurs (*Praelginia* and other) and numerous therapsids (Golubev, 1996).

Третья свита

Нижняя граница свиты проводится по первому появлению в разрезе вида-индекса остракод *Suchonellina inornata*, фиксирующего подошву зоны *Suchonellina inornata-Prasuchonella nasalis*.

В отложениях третьей свиты преобладают коричневато-красные глины и алевролиты, переслаивающиеся с мощными линзами песчаников кварцевых, желтовато-коричневых, мелкозернистых, косослоистых (рис. 9); встречаются маломощные прослои известняков и мергелей. Свита характеризуется отчетливой цикличностью и подразделяется на пять пачек: нечетные пачки — песчано-глинистые, четные — глинисто-карбонатные. В свите на разных уровнях встречаются остатки неморских двустворок, остракод, конхострак, рыб и тетрапод, отпечатки и фрагменты растений. Мощность третьей свиты составляет 36 м.

Четвертая свита

Нижняя граница свиты проводится в основании пачки светло-серых мергелей и известняков с многочисленными ветвящимися пустотами, оставшимися от корней растений. В разрезе свиты выделяются пять пачек: нечетные пачки — глинисто-карбонатные; четные — песчано-глинистые. Глинисто-карбонатные пачки сложены светлыми, зеленовато-серыми глинистыми известняками и мергелями с прослоями красноцветных аргиллитов и алевролитов. Песчано-глинистые пачки

представлены чередованием красноцветных аргиллитов и алевролитов с прослоями и линзами песчаников мелкозернистых, окрашенных в голубоватые и желтые оттенки серого цвета; по простирацию быстро замещаются глинами и алевролитами. Палеонтологические остатки обнаружены в первой и третьей глинисто-карбонатных пачках. В первой пачке в глинистых известняках встречены остракоды и оогонии харовых водорослей. Третья пачка охарактеризована более богатым комплексом ископаемых остатков. Здесь, кроме остракод, обнаружены створки крупных (до 10 мм) конхострак, обломки раковин двустворчатых моллюсков и чешуи рыб. Остракоды сосредоточены в наиболее карбонатных разностях, а чешуи рыб — в глинистых. В переходной между этими участками зоне встречаются конхостраки и обломки раковин двустворок. Мощность свиты 33 м.

Пятая свита

К данной свите в разрезе «Монастырский» условно относят песчано-глинистую пачку, сложенную песчаниками полимиктовыми, желтовато-серыми (1,5–2,0 м), включающими прослои (0,1–0,3 м) красновато-коричневых глин. В глинах и мергелях нижней части свиты найдены остракоды и обломки двустворок. В песчаниках обнаружены кости лабиринтодонтов, хронизухид, лепторофид, парейазавров и многочисленных терапсид. Видимая мощность 7 м.



Fig. 9. Monastery Section. Cross-bedded sandstones [1]

Рис. 9. Разрез Монастырский. Косослоистые песчаники третьей свиты





DESCRIPTION OF THE SECTIONS

EXCURSION III

ОПИСАНИЯ РАЗРЕЗОВ

ЭККУРСИЯ III

SENTYAK SECTION

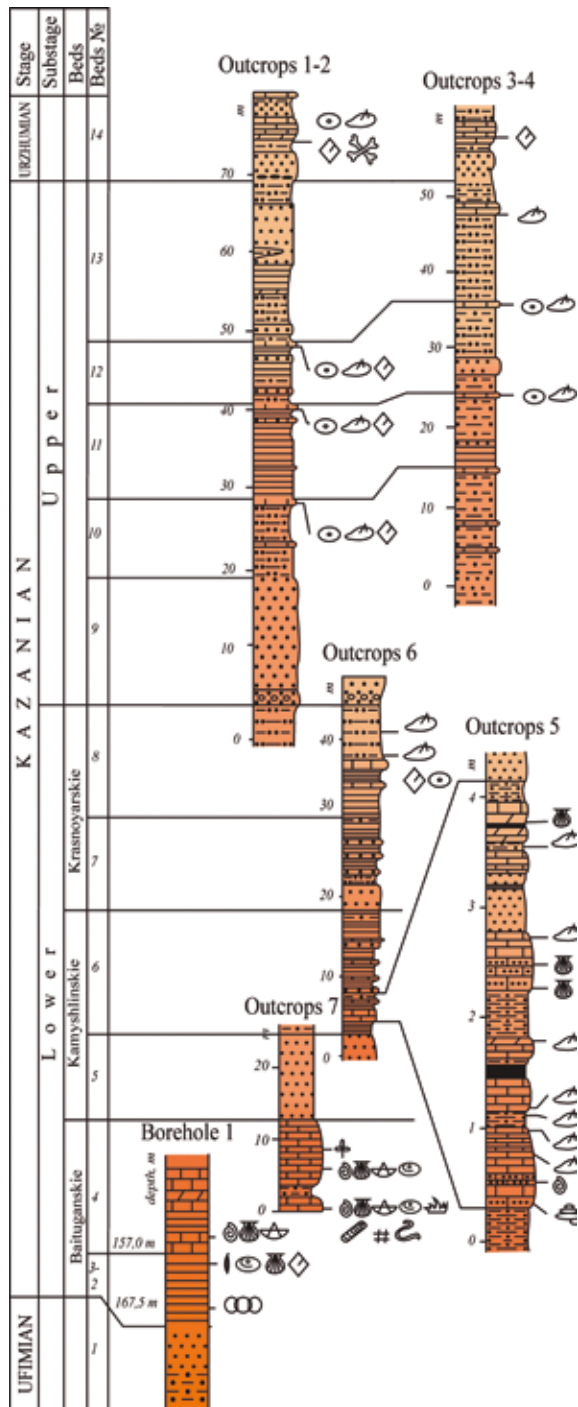


Fig. 10. Sentyak section [7]
Рис. 10. Разрез Сентяк

The section of the Kazanian near the village of Sentyak is the reference section for the Lower Kama region. The Kazanian in this area is composed mainly of red-bed rocks containing non-marine fossils. The first beds with non-marine fauna occur in the lower part of the Kamyshtinskies Beds. Here, the 4 m-thick member represents the alternation of the non-marine and marine beds. Marine fossils do not occur above the Kamyshtinskies Beds.

The section is composed of seven outcrops, located on the right slope of the valley of the Kama River 0.5–2.0 km upstream of the village of Sentyak, 5 km downstream of the quay in the town of Nizhnekamsk. The lower beds of the Kazanian occur below the waterline of the Kama River. They were studied in Borehole 1 drilled in 1995 by the Complex Geological Mapping Group of the Geological Enterprise “Tatarstangeologiya”, 3 km northeast of the village of Sentyak.

The section near the village of Sentyak is described below (from bottom to top) (figs. 10-14) [7]:

UFIMIAN STAGE

Sheshmian Horizon

1. Reddish-brown, calcareous, irregularly bedded siltstones and clays with interbeds of yellowish-brown polymict sandstones. The thickness is 10.5 m.

KAZANIAN STAGE

Lower Kazanian Sokian Horizon

2. Thin alternation of grey and red clays. The thickness is 0.5 m.

3. Bluish-grey, thinly bedded, platy clays with numerous remains of the inarticulate brachiopod *Lingula orientalis* Gol., and ostracodes of the genera *Healdinella*, *Cavellina*, etc., The rock contains the bivalves *Pseudobakewellia ceratophagaeformis* Noin., *Schizodus rossicus* Vern., and fish scales. Among miospores, the *Striatiti* and *Costati* are dominant. The most widespread miospores are *Protohaploxylinus perfectus* (Naumova), *Hamiapollenites bullaeformis* (Samoil.), *Striatoabieites striatus* (Luber), and *Weylandites striatus* (Luber) Utting (Utting et al., 1996). The thickness is 10.5 m.

4. Grey, thinly bedded limestones and marls with interbeds of greenish-grey clays. The lower part of the bed is composed of bioclastic limestones containing small foraminifers, ostracodes of the genera *Healdinella*, *Cavellina*, etc., and also the mass accumulations of distorted shells of the brachiopod *Canocrinella cancrini* (Vern.). Along with *Canocrinella*,

РАЗРЕЗ «СЕНТЯК»

Разрез казанских отложений у с. Сентяк (Покровское) является опорным для территории Нижнего Прикамья (рис. 10-14). Здесь вскрывается вся толща казанского яруса мощностью 140 м, при этом его большая часть представлена красноцветными континентальными образованиями с неморской фауной. Выше камышлинской толщи органические остатки морского генезиса не встречаются. Разрез «Сентяк» составлен по 7 обнажениям, расположенным на правом склоне долины р. Кама [7].

УФИМСКИЙ ЯРУС

Шешминский горизонт

1. Алевролиты и глины известковистые, красновато-коричневые с прослоями песчаников желтовато-коричневых полимиктовых. Алевролиты известковистые, песчанистые, зеленовато-серые, плитчатые. Зерна песчаной размерности составляют 20-30 % породы. Цемент кальцитовый, выполнения, поровый, участками базальный (30-40 %). Глины известковистые кирпично-красные, часто сильно алевритовые. Песчаники граувакковые, известковистые, серовато-коричневые, полимиктовые, мелко-среднезернистые и мелкозернистые. Мощность 10,5 м.

КАЗАНСКИЙ ЯРУС

Нижний подъярус

2. Тонкое переслаивание серых и красных глин. Мощность 0,5 м.
3. Глины голубовато-серые, тонкослоистые, плитчатые, с многочисленными беззамковыми брахиоподами *Lingula orientalis* Gol. и остракодами. Встречаются пелециподы, чешуйки рыб. Маркирующий горизонт «лингуловые глины» является наиболее надежным маркирующим горизонтом в отложениях казанского яруса. Мощность 10,5 м.
4. Известняки и мергели серые, тонкослоистые, с прослоями зеленовато-серых глин. В нижней части слоя залегают известняки органогенные, содержащие мелкие фораминиферы, остракоды, а также массовые скопления деформированных раковин и игл брахиопод *Cancriella cancrini* (Vern.). Характерны скопления обломков мшанок, морских лилий, остракод, конодонтов. Маркирующий горизонт «колючий известняк» имеет мощность около 1 м. Аналоги данного маркирующего горизонта уверенно выделяются в Нижнем Прикамье. Для верхней половины слоя характерно тонкое переслаивание известняков, мергелей и глин, с хорошо выраженной плитчатой отдельностью. Породы содержат фораминиферы, редкие морские двустворки, брахиоподы, остракоды; в отдельных



Fig. 11. Valley of Kama River, Sentyak section [1]

Рис. 11. Вид на долину реки Кама со стороны разреза Сентяк



Fig. 12. Sentyak section [1]

Рис. 12. Обнажение Сентяк

прослоях встречаются многочисленные остатки растений. Мощность 19 м.

5. Песчаник полимиктовый, известковистый, зеленовато-серый, косослоистый, участками с окатышами глин; встречаются отпечатки растений и окремнелые стволы деревьев. Мощность 12 м.

6. Переслаивание серых песчаников, алевролитов, глин, мергелей и известняков с морской и неморской фауной. Этот маркирующий горизонт прослеживается в обнажениях 5 и 6. В нижней части чередуются серые песчаники, алевролиты, глины, известняки с двумя прослоями угля.

7. Переслаивание песчаников, алевролитов и глин желтовато-серых и красновато-коричневых. Мощность 11,2 м.

8. Аргиллиты и алевролиты красновато-коричневые с прослоями известняков. В верхней части слоя встречаются неморские остракоды.

the rock contains the more rarely occurring brachiopod *Licharewia rugulata* Kut., fragments of branched and reticulate bryozoans, crinoids, and the conodont *Sweetina* cf. *tritica* Wardl. et Coll. The base of the bioclastic limestone bed have the feeding burrows (10–15 mm in diameter) branched in the horizontal plane and filled with shell debris. The upper part of the bed contains thin alternations (0.1–0.2 m) of limestones, marls, and clays with well developed platy structures. The rock contains the foraminifers *Pseudoammodiscus kamae* (Tscherd.), *Ps. microsphaericus* (K.M.-Macl.), *Ps. megasphaericus* (Gerke), *Syzrania samarensis* (Raus.), *Nodosaria* cf. *suchonensis* K.M.- Maclay, rare marine bivalves, brachiopods, and ostracodes. Some beds contain numerous remains of the plants *Annularia stellaoides* Neub., *Paracalamites frigidus* Neub., and *Phylladoderma sentjakensis* Esaul., etc. In Borehole 1, this bed occurs in the interval of 138.0–157.0 m. The section in Outcrop 7 contains only the upper part of the bed with an apparent thickness of 12 m. The total thickness of Bed 4 is 19 m.

5. Greenish-grey, polymict, obliquely bedded, calcareous sandstone with pebbles of clayish rock. The sandstone contains the imprints of plants and silicified tree trunks. The thickness is 12 m.

6. Alternation of grey sandstones, siltstones, clays, marls, and limestone with marine and non-marine fauna. The lower part of the section contains a member (4 m thick) of alternating grey sandstones, siltstones, clays, and limestones with two interbeds of black coaly rock ("coal"). This member was studied in Outcrop 5 (fig. 16) in which the following successions were observed:

(1) Grey limestones with the foraminifers *Glomospirella* aff. *umbilicata* Cush. et Wat., *Lingulonodosaria* aff. *clavata* Paalz., *Pseudoammodiscus kamae* (Tscherd.), *Pseudonodosaria nodosariaeformis* (K.M.-Maclay), *Nodosariafarcimen* Sold., *Lingulonodosaria kamaensis* K.M.-Maclay, and *Geinitzina kazanica* K.M.-Maclay, marine gastropod *Goniasma* sp., and the bivalves *Lithophaga consobrina* (Eichw.), *Schizodus rossicus* Vern., *Pseudomonotis speluncaria* (Schloth.), and *Permophorus simplex* (Keys.). The upper part of the limestones contains non-marine conchostracans, the bivalves *Palaeomutela umbonata* (Fisch.), *P. krotowi* (Netsch.), and *P. olgae* (Gusev), mass accumulations of the charophytes *Stellatochara gracilis* (Esaul. et Said.) Kis., the leaves and stems of *Annularia stellatoides* Neub., *Brongniartites salicifolius* (Fisch.) Zal., *Paracalamites frigidus* Neub., *Phylladoderma sentjakensis* Esaul., *Radicites sentjakensis* Esaul., *Cardiolepis sentjakensis* Esaul., and *Permotheca vesicasporoides* S. Meyen, Esaul. et Gom. with the miospores *Vesicaspora* ex *gr. magnalis* (Andreeva) Hart., etc. The thickness is 0.8 m.

(2) Siltstones with *Palaeomutela* sp. The thickness is 0.15 m.

(3) Limestones with *Palaeomutela umbonata* (Fisch.) and *P. krotovi* (Netsch.). The thickness is 0.15 m.

(4) Coaly rock («coal»). The thickness is 0.13 m.

(5) Siltstones. The thickness is 0.06 m.

(6) Limestones and marls with *Palaeomutela umbonata* (Fisch.). The thickness is 0.2 m.

(7) Siltstones. The thickness is 0.4 m.

(8) Grey, compact limestone, with the marine bivalves *Schizodus rossicus* (Vern.), and *Permophorus simplex* (Keys.) in the lower part. The upper part contains the bivalves *Naiadites* (?) sp., many fish scales of *Platysomus striatus* Ag., *Koinichthys ivachnenkoi* Esin, *Kasanichthys golyushermensis* Esin., *Acropholis stensioi* Ald., *Palaeoniscum kasanense* Gein. et Vett., *P. frieselebeni* Blainv., and *Acentrophorus varians* (Kirkby), and fragments of amphibian bones. The thickness is 0.6 m.

(9) Sandstones with a clay lamina in the upper part. The thickness is 0.5 m.

(10) Limestone. The thickness is 0.2 m.

(11) Siltstone with *Palaeomutela umbonata* (Fisch.). The thickness is 0.1 m.

(12) Marl and limestone with a thin lamina of coaly rock and with *Pseudomonotis permianus* (Masl.). The thickness is 0.35 m.

(13) Siltstone. The thickness is 0.2 m.

The total thickness of bed 6 is ca. 15 m.

7. Sandstones interbedded with yellowish-grey and reddish-brown siltstones and clays. The thickness is 11 m.

8. Reddish-brown mudstone and siltstone with laminae of limestones. The upper part of the bed contains the non-marine ostracode *Palaeodarwinula verella* (Bel.), *P. varsanofievae* (Bel.), and *Prasuchonella belebeica* (Bel.), the bivalves *Palaeomutela umbonata* (Fisch.), *P. krotowi* (Netsch.), and *P. olgae* (Gusev), *Concinella* sp., scales of the ganoid fishes *Platysomus* sp. and *Paramblypterus* sp. The thickness is 14 m.

Upper Kazanian Povolzhyan Horizon

9. Brownish-grey, obliquely laminated sandstones with lenses of basal conglomerates overlying the eroded surface of the Lower Kazanian rocks. Solid calcareous sandstones form rocky ledges that are well traced along the slope. Horizontally, sandstone is replaced with sandy-muddy rocks, and its thickness ranges from 2 to 15 m.

10. Reddish-brown, calcareous siltstone and clay with

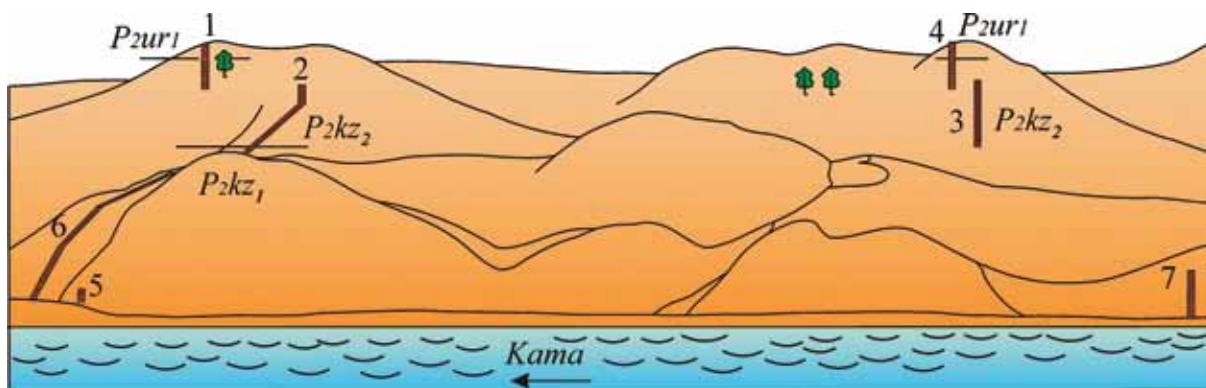


Fig. 13. The outcrops of Kazanian stage in Sentyak section [7]

Рис. 13. Расположение обнажений на правом берегу Камы

Верхний подъярус

9. Песчаник коричневато-серый, косослоистый, с линзами базального конгломерата (рис. 16), лежащего на размытой поверхности нижнеказанских отложений. Крепкие известковистые разности песчаника образуют скальные выходы, прослеживающиеся вдоль склона. Мощность 2-15 м.

10. Алевролиты и глины известковистые, красновато-коричневые, с одним-двумя прослоями (0,3-0,5 м) светло-серых известняков. В алевролитах, подстилающих верхний слой известняка, встречаются неморские двустворки, остракоды и чешуйки рыб. Мощность 10-12 м.

11. Глины и алевролиты известковистые, красновато-коричневые, с редкими тонкими (до 0,3 м) прослоями мергелей. Вверху - пласт (0,5 м) светло-серого известняка с неморскими остракодами, пеллециподами и чешуйками рыб. Мощность 10-12 м.

12. Песчаники, алевролиты и глины известковистые, коричневато-серые и красновато-коричневые. Вверху слоя - пласт (0,2-0,6 м) светло-серого кавернозного известняка с неморскими остракодами, двустворками и чешуйками ганоидных рыб. Мощность 8-11 м.

13. Песчаники и алевролиты известковистые, красновато-коричневые, с редкими тонкими (0,2-0,3 м) прослоями зеленовато-серых мергелей. Вверху - прослой светло-серого известняка (0,5 м) с пеллециподами. Мощность 16-20 м.

Слои 9 и 10 условно сопоставляются с приказанскими, 11 - с пещинскими, 12 - с верхнеуслонскими и 13 - с морквашинскими слоями стратотипического разреза верхнеказанского подъяруса «Пещищи».

УРЖУМСКИЙ ЯРУС

14. В основании слоя залегает пласт (3,5 м) песчаника желтовато-серого, мелко- и среднезернистого, косослоистого, с размывом залегающего на красноцветах казанского яруса. Выше следует переслаивание красных, фиолетовых и розовых алевролитов и глин с голубовато-серыми мергелями и известняками (рис. 15). В мергелях и глинах - неморские двустворки, остракоды, конхостраки, чешуйки рыб, редкие фрагменты костей наземных позвоночных, остатки растений. Видимая мощность 10 м.



Fig. 14. Kazanian deposits in Sentyak section

Рис. 14. Казанские отложения обнажения Сентяк

one-two laminae (0.3–0.5 m) of light-grey limestone. Siltstones underlying the upper limestones bed contain the non-marine bivalves *Palaeomutela olgae* (Gusev), and *P. umbonata* (Fisch.), the ostracodes *Palaeodarwinula varsanofievae* (Bel.), *P. aronovi* (Bel.), *P. sokolovi* (Bel.), *P. tuimasensis* (Kotsch.), *Prasuchonella tichvinskaja* (Bel.), *P. belebeica* (Bel.), and fish scales. The thickness is 10–12 m.

11. Reddish-brown, calcareous clays and siltstones with thin (up to 0.3 m) rare marl laminae. At the top, the rock contains a bed (0.5 m) of light-grey limestone with non-marine ostracodes, the bivalves *Palaeomutela olgae* Gusev, *P. umbonata* (Fisch.), and *P. krotowi* (Netsch.), and fish scales. The thickness is 10–12 m.

12. Brownish-red and reddish-brown, calcareous sandstones, siltstones and clays. At the top, the rock contains a bed (0.2–0.6 m) of light-grey cavernous limestone with non-marine ostracodes, the bivalves *Palaeomutela olgae* (Gusev), and *P. pseudoumbonata* (Gusev), and fish scales of *Platysomus* sp., and *Palaeoniscum kasanense* Gein. et Vett. The thickness is 8–11 m.

13. Reddish-brown, calcareous sandstones and siltstones with rare thin (0.2–0.3 m) laminae of greenish-grey marl. At the top of the bed the rock contains a lens of a light-grey limestone (0.5 m) with the non-marine bivalves *Palaeomutela olgae* (Gusev) and ostracodes. The thickness is 16–20 m.

URZHUMIAN SECTION

14. At the base of the bed is a medium-grained, obliquely laminated sandstone with pillar fractures, overlying the eroded surface of the red-bed-Kazanian rocks (figs. 15). This sandstone is overlain by the alternation of red, violet, and pink siltstones and clays with bluish-grey marl and limestones. The marl and clay contain the non-marine bivalves *Palaeomutela olgae* (Gusev), *Anthraconauta* (?) *volgensis* Gusev, the ostracodes *Darwinuloides edmistonus* Bel., *D. sentjakensis* Shar., and *Prasuchonella stelmachovi* (Spizh.), fish scales, and rare fragments of amphibian bones. The apparent thickness is 10 m.

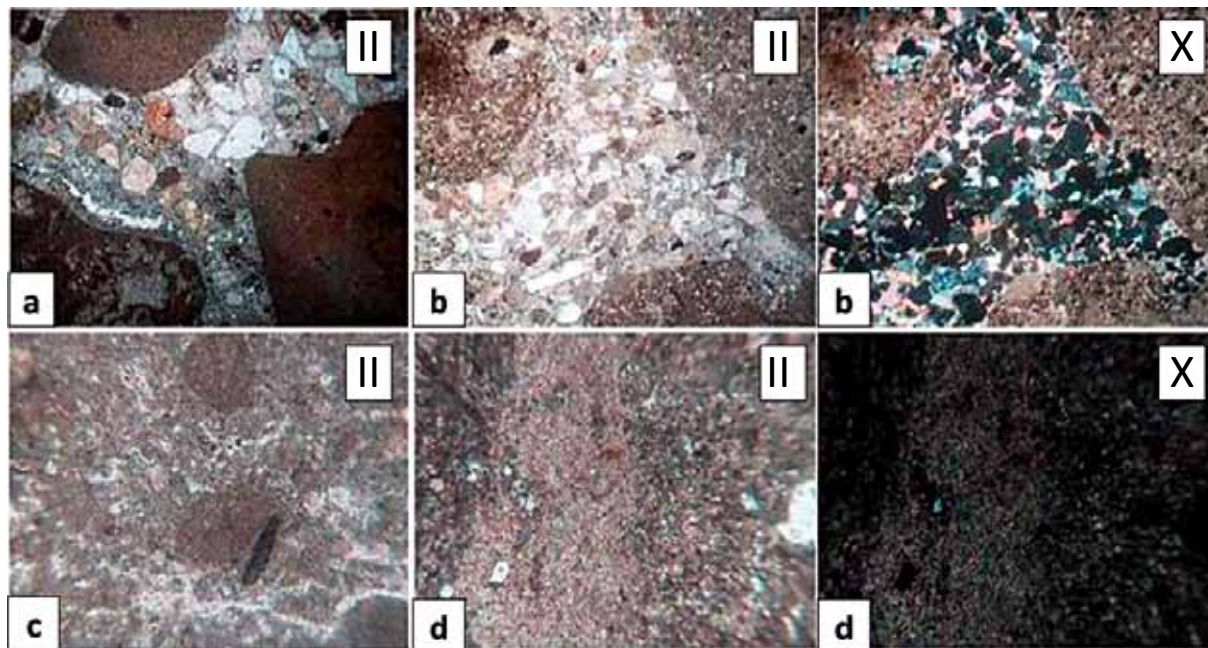


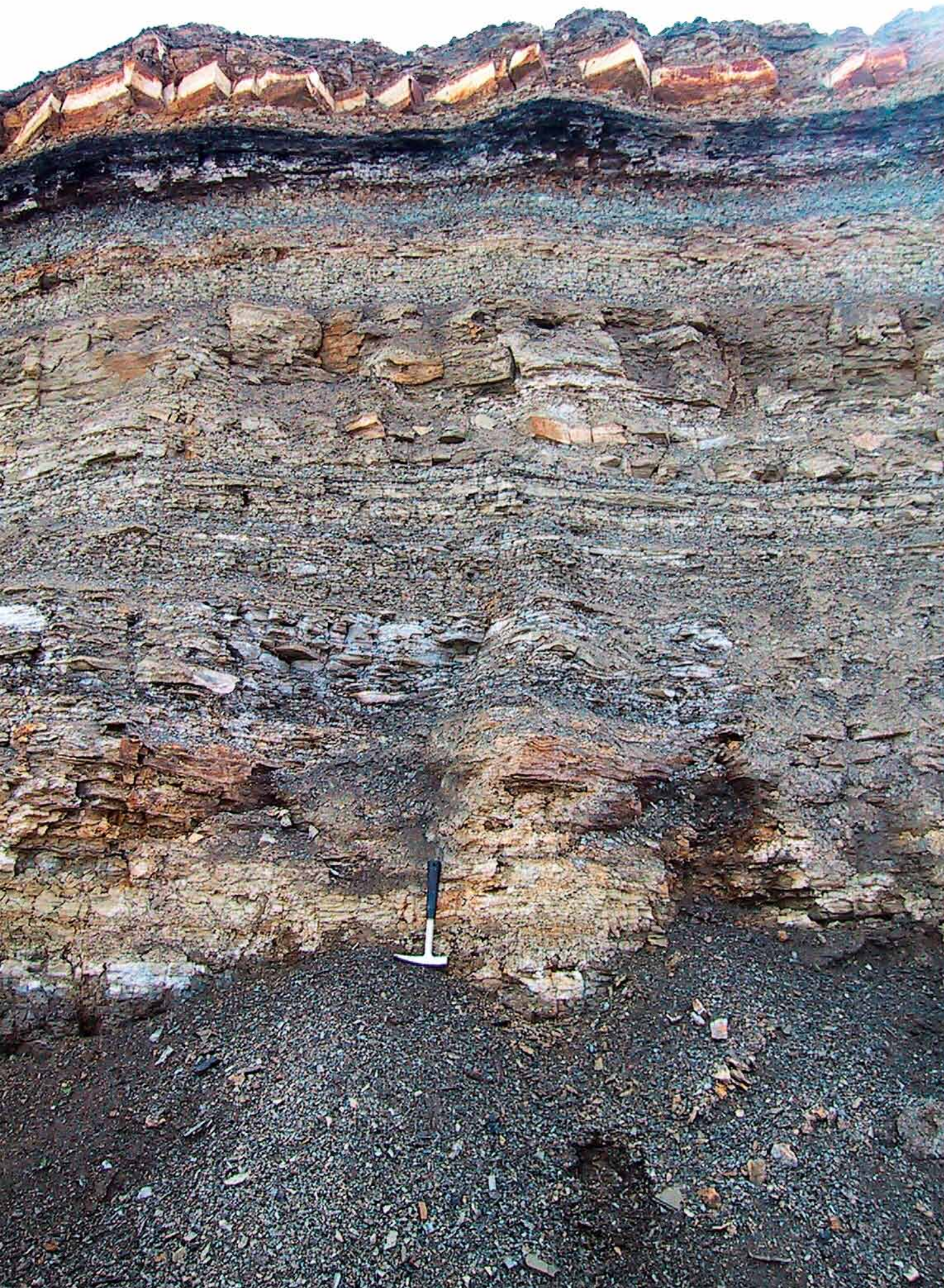
Fig. 15. Upper Kazanian and Urzhumian rock of Sentyak section

a – conglomerate, P_2kz_2 (25x), b – conglomerate, P_2kz_2 (25x), c – limestone, P_2kz_2 (160x), d – limestone, P_2ur (160x)

Рис. 15. Верхнеказанские и уржумские породы разреза «Сентяк»

a – конгломерат, P_2kz_2 (25x), b – конгломерат, P_2kz_2 (25x), c – известняк пелитоморфный, P_2kz_2 (160x),

d – известняк микрит–микрозернистый, P_2ur (160x)



YELABUGA SECTION

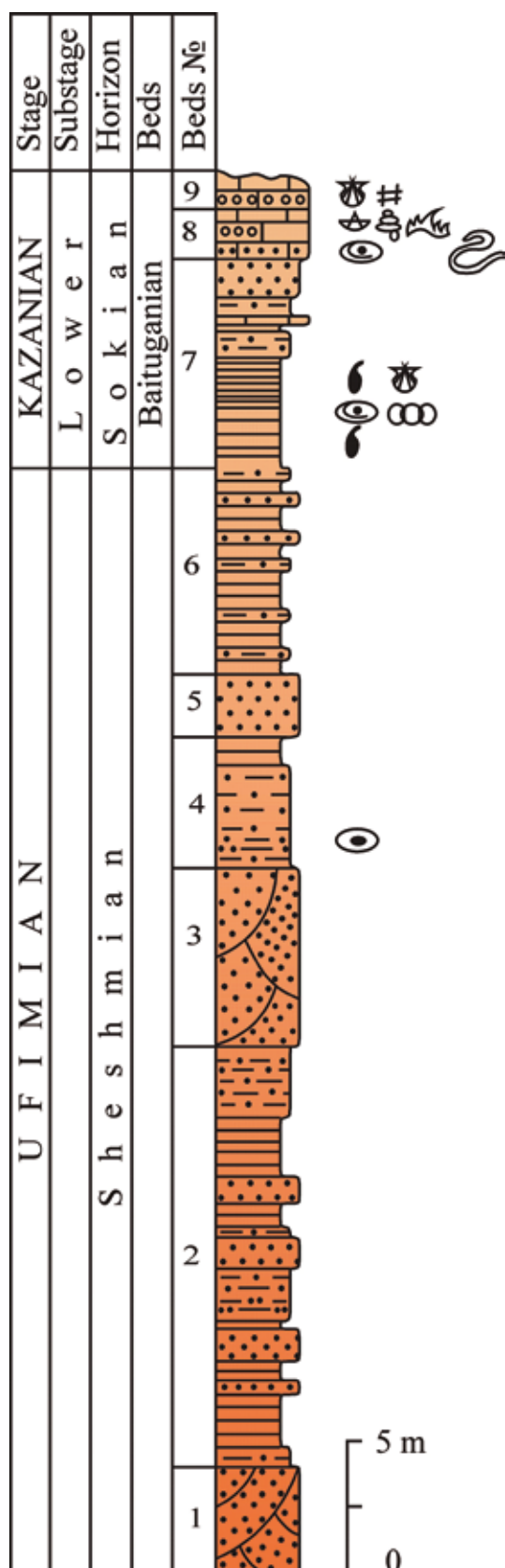


Fig. 16. Permian deposits of the Yelabuga section [7]

Рис. 16. Пермские отложения разреза Елабуга

The section is located on the right bank of the Kama River 200 m upstream of the Yelabuga quay. The difference in the color of the rocks in the lower and the upper parts of the outcrop is seen from far away. The same section shows the replacement of the Ufimian red-bed rocks by grey-bed rocks of the Kazanian. The section near Yelabuga was studied for over 150 years by N.A. Golovkinky, A.M. Zaitsev, F.N. Tschernyschew, V.A. Tcherdyntsev, M.G. Solodukho, E.I. Tichvinskaja, Yu.V. Sementovsky, etc. The data of these geologists are used in the description of the section.

Near the road leading to the quay, 5 m above the waterline the following beds are exposed from bottom to top (fig. 16-21) [7]:

UFIMIAN SECTION

Sheshmian Horizon

1. Yellowish-brown, polymict, calcareous-muddy, fine-grained, obliquely bedded, solid sandstone. The apparent thickness is 4 m.
2. Reddish-brown, irregularly bedded, calcareous siltstone and clay with numerous calcareous-clayish nodules (1–50 mm). The bed contains thin (1–15 cm) laminae of bluish-grey calcareous siltstones and greenish-grey fine-grained sandstone. The thickness is 16.0 m.
3. Yellowish-grey, polymict, fine-grained, obliquely bedded, partly calcareous and solid sandstone. In the lower part, the sandstone contains lenses and pebbles of reddish-brown clay and siltstone. The thickness is 7 m.
4. Reddish-brown, unbedded, calcareous siltstone and clay with rare calcareous-clayish nodules (up to 3 cm). the lower part of the bed contains rare non-marine ostracodes *Palaeodarwinula* ? sp. The thickness is 5 m.
5. Brownish-yellow, fine-grained, slightly clayish sandstone., greenish-grey at the top and at the bottom. The thickness is 2.5 m.
6. Alternation of reddish-brown and dull-brown unbedded clays and siltstones with yellowish-brown sandstones. Clays are slightly calcareous, silty, with rare calcareous-clayish nodules. Siltstones are calcareous-clayish, sometimes with numerous calcareous nodules 0.5–1.0 cm in diameter. Sandstones are calcareous-clayish, fine-grained. The thickness is 8.0 m.

РАЗРЕЗ «ЕЛАБУГА»

Опорный разрез вскрывается в обнажениях правого берега р. Кама у г. Елабуга. Наиболее полный и доступный для изучения разрез располагается в 500 м к юго-западу от древней сторожевой башни «Чертово городище».

В обнаженных частях берегового уступа на дневную поверхность выходит 40-метровая толща красноцветных терригенных пород уфимского яруса, представленная мощными песчаными и глинисто-алевролитовыми пачками (рис. 16-21). В узких оврагах и промоинах, прорезающих верхнюю часть склона, можно наблюдать контакт между уфимским и казанским ярусами. Казанские отложения (общей мощностью около 15 м) представлены сероцветными глинами (мергелями) и органогенными известняками. Последние бронируют бровку берегового уступа, придавая ему форму столовой горы (рис. 18).

В правом береговом уступе р. Кама в 7,5-8,0 м выше уреза воды, снизу вверх наблюдается следующая последовательность напластований [7]:

УФИМСКИЙ ЯРУС

1. Песчаник желтовато-коричневый, полимиктовый, граувакковый, известково-глинистый, мелко- и среднезернистый, косослоистый, крепкий. В состав обломочной компоненты входят зерна кварца, обломки местных, эффузивных и кремнистых пород. Встречаются измененные зерна калиевых полевых шпатов, биотит, плагиоклаз; отмечены единичные зерна клинохлора, мусковита, ортоклаза. Большинство обломков пород покрыты пленкой гидроокислов железа. Цемент кальцитовый, поровый или базальный (30-40 %), мелкозернистый. Видимая мощность 4 м.

2. Алевролиты и глины красновато-коричневые, в различной степени известковистые, часто с многочисленными известково-глинистыми стяжениями; встречаются тонкие (1-15 см) прослои известковистых алевролитов и мелкозернистых песчаников. Основная масса пород слагается глинисто-карбонатным веществом (70-99 %), в котором рассредоточен обломочный материал (1-30 %). В состав обломочной компоненты входят зерна кварца, обломки эффузивных и кремнистых пород, зерна полевых шпатов, единичные чешуйки слюды. Мощность 16 м.

3. Песчаник желтовато-серый, полимиктовый, мелко- и среднезернистый, косослоистый, участками известковый, крепкий. Структура песчаника неравномерно-зернистая, текстура – беспорядочная. Порода состоит на 65 % из обломочного аллотигенного материала и на 35 % из аутигенного



Fig. 17. The upper part of Ufimian Stage in Yelabuga section [1]
Рис. 17. Верхняя часть уфимского яруса в разрезе «Елабуга»



Fig. 18. Organic limestone [1]
Рис. 18. Органогенный известняк

цемента. Цемент базальный, кальцитовый, раскристаллизованный, беспорядочно-зернистый. Обломочная часть представлена обломками эффузивных пород (70 %), зернами кварца (20 %), полевого шпата (5 %), чешуйками биотита (5 %). Обломки преимущественно полуокатанные, изометричные по форме. Мощность 7 м.

4. Алевролиты и глины красновато-коричневые, известковистые, неслоистые, с редкими известково-глинистыми стяжениями (до 3 см). В основной массе породы сложены пелитоморфным карбонатно-глинистым веществом (70-99 %), в котором рассредоточен обломочный материал (1-30 %). Текстура пород массивная, реже слоистая. В нижней части слоя встречаются редкие неморские остракоды. Мощность 5 м.

5. Песчаник коричневатожелтый, слабглинистый, мелкозернистый, вверху и внизу зеленоватосерый. Обломочный материал (60-65 %) имеет



KAZANIAN SECTION

Lower Kazanian Baituganskie Beds

7. The transition between the Ufimian and Kazanian is gradual. The lower part of the bed (ca. 1 m) shows the thin alternation of grey and bright-red clays. These clays are overlain by grey, bluish-grey, thinly laminated, platy clays. Upward in the section these clays are overlain by grey, calcareous, regularly bedded siltstones and sandstones with thin (0.1 m) lamina of limestone. The rock contains numerous inarticulate brachiopods *Lingula orientalis* Gol. and the more rare *L. credneri* Gein., and also the ostracodes *Healdianella vulgaris* Kotsch., *Cavellina* ex gr. *edmistonae* (Harris et Lalicker), *Falalicypris crepidalis* Kotsch., and other, the bivalves *Pseudobakewellia ceratophagaeformis* Noin., *Schizodus subobscurus* Lich., and *Alula* (?) *kutorgi* (Vern.). The spore-pollen assemblage contains a few (0.3–11.0 %) spores *Granulatisporites parviverrucosus* (Waltz), *Acanthotriletes rectispinus* (Lub.), *Cirratriradites procumbens* (Lub.), *Calamospora plicata* (Waltz), *Leiotriletes* sp. and *Punctatisporites* sp., the pollen of the *Striatiti* (17.8–56.3 %), *Costati* (18.0–32.3 %), and *Dissaciatrileti* (6.0–20.1 %), *Dissaciamonoletes* (1.3–24 %), *Diplosacciti* (0.5–6.8 %), and *Azonoletes* (1.3 %). Among the numerous pollen species, the dominant is *Protohaploxylinus perfectus* (Naumova). The assemblage also contains many *Hamiapollenites tractiferinus* (Samoilovich), *H. bulaeformis* (Samoil.), *Striatoabietes striatus* (Luber), *Vittatina subsaccata* Samoil. ex Wil., *V. costabilis* Wil., *V. connectivalis* (Zauer) Varyukhina ex Utting, *Weylandites striatus* (Luber) Utting, and *Alisporites sublevis* (Lub.). Because of the presence of many *Lingula* shells this interval of the section is called the “lingulid clays member”. The thickness is 8 m.

8. Yellowish-grey, thickly platy, oolitic, bioclastic, sandy limestone. The bioclastic interbeds contain the small foraminifers *Pseudoammodiscus megasphaericus* (Gerke), *Ps. microsphaericus* (K. M.-Maclay), *Nodosaria netschajewi* Tscherd., *N. krotovi* Tscherd, the gastropods *Loxonema* sp., the bivalves *Lithophaga consobrina* (Eichw.), *Pseudobakewellia antiquaeformis* Noin., *Schizodus rossicus* Vern., and *Permophorus simplex* (Keys.), the brachiopods *Canocrinella cancrini* (Vern.), *Beecheria netschajewi* Grig., *Cleiothyridina pectinifera* (Sow.), and *Licharewia rugulata* (Kut.), the bryozoans *Geinitzella* sp., the conodonts *Sweetina* cf. *tritica* Wrdl. et Coll., and *Sweetina* sp., etc. The trace fossils are represented by large (5–10 mm in diameter) horizontal, branching burrows filled with shell debris. The thickness is 2.0 m.

9. Light-grey, compact, oolitic, massive, and sometimes thinly bedded limestone containing the small foraminifers *Pseudoammodiscus megasphaericus* (Gerke), *Ps. microsphaericus* (K. M.-Maclay), and *Ichtyolaria inflata* (Gerke), the gastropods *Goniasma subangulata* (Vern.), the bivalves *Lithophaga consobrina* (Eichw.), *Parallelodon kingi* (Vern.), *Pseudobakewellia antiquaeformis* Noin., *Schizodus subobscurus* Lich., *Pseudomonotis speluncaria* Schl., *Dyasmya elegans* (King), *Netschajewia pallasi* (Vern.), and *N. globosa* (Netsch.), the brachiopods *Canocrinella cancrini* (Vern.), *Beecheria netschajewi* Grig. and *Licharewia rugulata* (Kut.), the rare bryozoans *Geinitzella* sp., the conodonts *Sweetina* cf. *triticum* Wardl. et Coll. The apparent thickness is 2 m.

This bed is overlain by the soil.

преимущественно кварц-полевошпатовый состав; реже встречаются зерна вулканических и кремнистых пород. Глинистый цемент, составляющий 35-40 % породы, имеет комковатое сложение. Большинство обломочных зерен покрыты пленкой гидроокислов железа. Мощность 2,5 м.

6. Переслаивание красновато-коричневых и кирпично-красных глин и алевролитов с желтовато-коричневыми песчаниками. Глины известковистые, алевритистые, с редкими известково-глинистыми стяжениями. Обломочная часть (~ 10 %) представлена полуокатанными, изометричными и вытянутыми зернами кварца. Алевролиты известково-глинистые (мергели) сложены карбонатно-глинистым веществом (65 %), цементирующим обломочные зерна (35 %). Обломочная часть представлена угловатыми, реже полуокатанными зернами кварца (95 %), обломками горных пород (3 %), зернами полевого шпата и чешуйками слюды. Песчаники полимиктовые, мелкозернистые. Обломочный материал (75-80 %) представлен преимущественно обломками глинистых пород; реже встречаются измененные зерна вулканических пород, кварца и плагиоклаза. Цемент (20-25 %) кальцитовый, поровый или базальный. Мощность 8 м.

КАЗАНСКИЙ ЯРУС

Нижнеказанский подъярус

7. Переход между уфимским и казанским ярусами постепенный. В нижней части слоя (около 1 м) наблюдается тонкое переслаивание известковых глин (мергелей) серой и ярко-красной окраски. Породы характеризуются пелитовой структурой и слоистой текстурой. Слоистость обусловлена наличием в пелитоморфной светло-зеленой карбонатно-глинистой массе красновато-коричневых алевритопелитовых прожилков мощностью до 1 мм. В средней части прожилков наблюдается скопление обломочного материала (до 35 %), представленного зернами кварца (0,05-0,1 мм) и единичными чешуйками мусковита. Редкие и более мелкие (0,01-0,05 мм) зерна кварца встречаются также и в светло-зеленых участках породы, но скоплений не образуют. Выше залегают глины серые, голубовато-серые, тонкослоистые, плитчатые. В шлифах можно наблюдать, что слоистость обусловлена переслаиванием коричневых (~ 1-2 мм) и серых (~ 1 мм) слоев. Коричневые слои сложены карбонатно-глинистым веществом с редкими (менее 1 %) включениями зерен кварца (~ 0,01 мм), чешуек мусковита и сферических стяжений кальцита (~ 0,01 мм). Серые слои сложены микрозернистым (~ 0,01 мм) кальцитом с включениями (менее 1 %) зерен кварца (~ 0,01 мм) и чешуек мусковита. В коричневых слоях встречаются обломки фосфатных раковин беззамковых брахиопод (лингул) и кальцитовых раковин фораминифер и остракод.

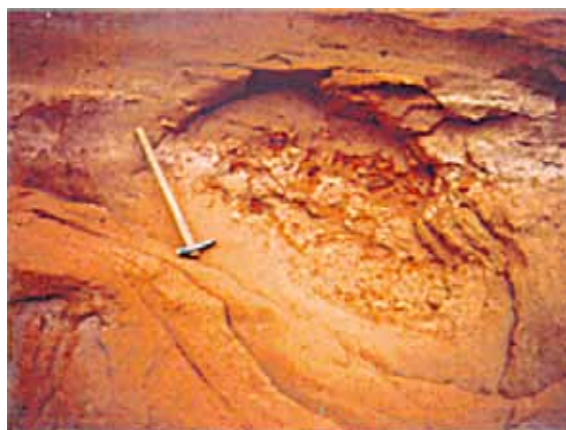


Fig. 19. Ufimian deposits of the Yelabuga section
a - sandstones and siltstones;

b - conglomerate in sandstones; c - sandstones

Рис. 19. Уфимские отложения разреза «Елабуга»

a - переслаивание песчаников и алевролитов;

б - линза-карман конгломерата в песчаниках; в - линза песчаника

Вверх по разрезу глины переходят в алевролиты и песчаники серые, известковистые, ровнослоистые с тонким (0,1 м) прослоем известняка. В породах встречаются многочисленные беззамковые брахиоподы *Lingula orientalis* Gol., мелкие фораминиферы, остракоды, пеллециподы, ихтиолиты (рис. 20). По обилию в породах раковин рода *Lingula* данный интервал разреза получил название «пачка лингуловые глины». Мощность 8 м.

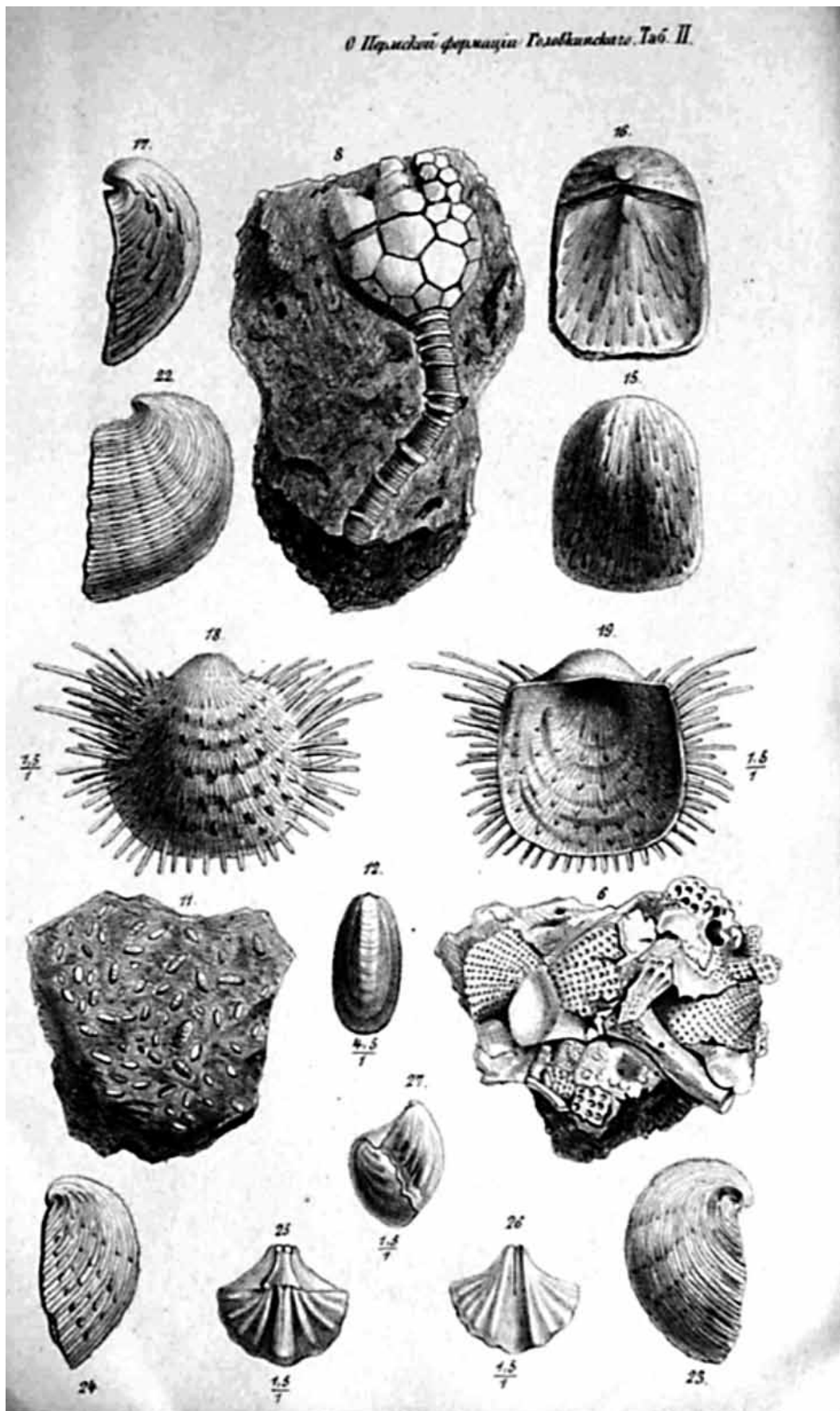


Fig. 20. Typical forms of fossil in the Lower Substage [4]

Рис. 22. Фрагмент из работы Н.А.Головкинского 1868 г., иллюстрирующий характерные формы ископаемых беспозвоночных нижнеказанского подъяруса

8. Известняк органогенный, желтовато-серый, толстоплитчатый, прослоями оолитовый, песчаный. Структура породы биоморфная, текстура беспорядочная. Органические остатки составляют 80 % породы и представлены раковинами фораминифер, двустворок, брахиопод, фрагментами мшанок и морских лилий. Цемент (20 %) кальцитовый, пелитоморфный, микрозернистый, базальный. Створки раковин фораминифер и остракод выполнены микрозернистым (~ 0,01 мм) кальцитом. Более крупные органические остатки сложены мелкозернистым (0,1-0,2 мм) кальцитом. Обломочный материал (~ 2-3 %) представлен остатками горных пород и зернами кварца. Наблюдаются редкие стяжения гидроокислов железа. В органогенных прослоях содержатся мелкие фораминиферы, гастроподы, брахиоподы, мшанки, конодонты и др. Ихнофауна представлена крупными (диаметр 5-10 мм) горизонтальными ветвящимися ходами, заполненными раковинным детритом. Мощность 2 м.

9. Известняк органогенный, светло-серый, плотный, участками оолитовый, массивный, прослоями тонкослоистый. Структура породы биоморфная, текстура беспорядочная. Органические остатки (80 %) сцементированы пелитоморфным и микрозернистым кальцитом (20 %). Обломочный материал (менее 1 %) представлен полуокатанными зернами кварца (0,01-0,05 мм) и чешуйками мусковита. Фауна представлена мелкими фораминиферами, гастроподами, пеллециподами, брахиоподами, редкими мшанками, конодонтами. Видимая мощность 2 м.

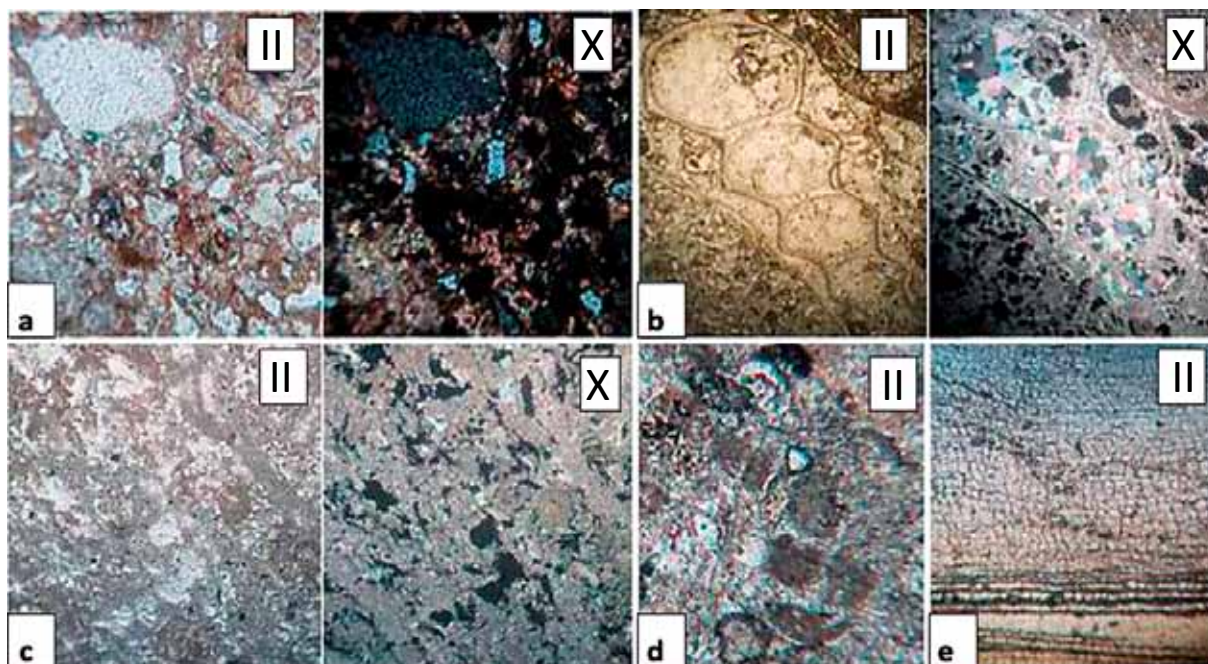




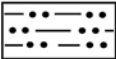
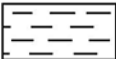

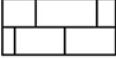
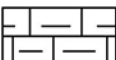
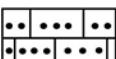

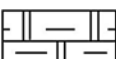







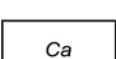
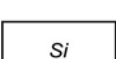
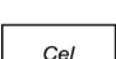
Fig. 21. Ufimian and Lower Kazanian rock of the Lower Kama

a – sandstone, P_1u (160x), b – limestone, P_2kz_1 (19x); c – limestone, P_2kz_1 (48x); d – sandstone, P_2kz_1 (240x), e – silicified wood, P_2kz_1 (160x)







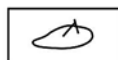
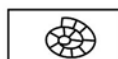


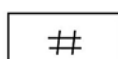
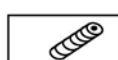

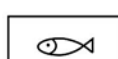

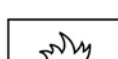




Рис. 21. Уфимские и нижнеказанские породы Нижней Камы

a – песчаник алевритистый, P_1u (160x), b – известняк гастроподовый, P_2kz_1 (19x); c – известняк водорослевый, P_2kz_1 (48x); d – песчаник полимиктовый, P_2kz_1 (240x), e – древесина окремнялая, P_2kz_1 (160x)

LEGEND

	Sandstone
	Siltstone
	Siltstones and sandstones
	Siltstones and clays
	Clay
	Limestone
	Clayish limestone
	Sandy limestone
	Dolomite
	Clayish dolomite
	Marl
	Coal
	Gypsum, gypsiferous
	Pebblestone
	Oolite
	Algal bioherm
	Cavernous rock
	Calcareous rock
	Silicification
	Celestine

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

	Foraminifers
	Marine ostracods
	Non-marine ostracods
	Conchostracans
	Gastropods
	Marine bivalves
	Non-marine bivalves
	Nautiloids
	Inarticulate brachiopods
	Articulate brachiopods
	Bryozoans
	Crinoids
	Fish scales
	Fishes
	Tetrapods
	Conodonts
	Plants
	Charophytes
	Miospores
	Trace fossils

REFERENCES

1. Geological Monuments of Nature in the Republic of Tatarstan / Edited by I.A. Larochkina, V.V. Silantiev. – Kazan: “Akvarel-Art” Publishing House, 2007. – 296 p. (in Russian)
2. Geology of the Kazan Region / Edited by A. I. Shevelyov. – Kazan: “Novoye Znaniye” Closed Corporation Publishing House, 2007. – 208 p. (in Russian)
3. Geology of Tatarstan: Stratigraphy and Tectonics / Edited by B. V. Burov. – Moscow: GEOS, 2003. – 402 p. (in Russian)
4. Golovkinsky N.A. On Permian Formation in the Central Part of the Kama-Volga Region. – St. Petersburg, 1868, - 143 p. (in Russian)
5. Ignatyev V.I. The Formation of the Volga-Ural Antecline during the Permian Period. – Kazan: Kazan University Publishing House, 1976. – 256 p. (in Russian)
6. Noinsky M. E. Some Data on Structure and Facial Character of the Kazanian Stage in the Kazan Region // Izvestiya Geologicheskogo Komiteta. 1924. Vol. 43, No 6. Pp. 565-622. (in Russian)
7. Silantiev V.V., Zharkov I. Ya., Sungatullin R.Kh., Khassanov R.R. The Upper-Permian Stratotypes of the Volga Region. A Geology Excursion Guidebook. – Kazan: Kazan State University Publishing House, 1998. – 90 p.
8. Solodukho M.G., Tikhvinskaya Ye. I. The Reasons for Division of the Kazanian Stage into Substages (Horizons) // Materials on Stratigraphy of the Upper Permian on the Territory of the USSR. - Kazan: Kazan State University Publishing House, 1977. Pp. 187-219. (in Russian)
9. Murchison R., Verneil E., Keyserling A. The Geology of Russian in Europe and the Ural Mountains. Vol. I, II. 1845.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геологические памятники природы Республики Татарстан / под ред. И. А. Ларочкиной; науч. ред. В. В. Силантьев. – Казань: Изд-во «Акварель-Арт», 2007. – 296 с.
2. Геология Приказанского района / под ред. А.И. Шевелева. - Казань: Изд-во ЗАО «Новое знание», 2007.- 208 с.
3. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника / Гл. редактор Б.В.Буров. – М.: ГЕОС, 2003. – 402 с.
4. Головкинский Н. А. О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна. – Санкт-Петербург, 1868. – 143 с.
5. Игнатьев В. И. Формирование Волго-Уральской антеклизы в пермский период. – Казань: Изд-во Казанского университета, 1976. – 256 с.
6. Ноинский М. Э. Некоторые данные относительно строения и фациального характера казанского яруса в Приказанском районе // Известия Геологического Комитета. 1924. Т. 43, № 6. С. 565-622.
7. Силантьев В. В., Жарков И. Я., Сунгатуллин Р. Х., Хасанов Р. Р. Верхнепермские стратотипы Поволжья. Путеводитель геологической экскурсии. – Казань: Изд-во КГУ, 1998.- 90 с.
8. Солодухо М. Г., Тихвинская Е. И. Обоснование подразделения казанского яруса на горизонты // Материалы по стратиграфии верхней перми на территории СССР. Казань: Изд-во КГУ, 1977. С. 187-219.
9. Murchison R., Verneil E., Keyserling A. The Geology of Russian in Europe and the Ural Mountains. Vol. I, II. 1845.

Sungatullin P.Kh., Silantiev V.V., Khassanov R.R., Sungatullina G.M.
Сунгатуллин Р. Х., Силантьев В. В., Хасанов Р. Р., Сунгатуллина Г. М.

PERMIAN SEDIMENTS OF THE EAST PART OF RUSSIAN PLATE ПЕРМСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛИТЫ

Guidebook of geological excursion of the International Summer School of Sedimentary Geology
Handbook

Путеводитель геологических экскурсий Международной летней школы по осадочной геологии
Учебное пособие

The work is performed according to the Russian Government Program of Competitive Growth of Kazan Federal University
Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров

Подписано в печать 06.06.2014. Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная. Печать цифровая.

Гарнитура Calibri. Усл. печ. л. 5,12. Тираж 100 экз. Заказ 14-0606

Издательство «Артифакт»

E-mail: artyfakt@list.ru

