

Выбор первоочередных объектов в глубокозалегающих отложениях Ямальского полуострова на основе многокритериальной оценки геолого-геохимических данных

В.Л. Шустер

д.г.-м.н., профессор, главный научный сотрудник^{1,2}
tshuster@mail.ru

С.А. Пуанова

д.г.-м.н., ведущий научный сотрудник¹
punanova@mail.ru

¹Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия

²Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина, Москва, Россия

В статье рассмотрены результаты многокритериальной оценки перспектив нефтегазоносности глубокозалегающих нижне-среднеюрских и палеозойских отложений Ямальского полуострова, прилегающих территорий и акватории Карского моря по 25 локальным объектам. Проведено ранжирование по степени перспективности на слои (группы) и перспективные объекты.

Материалы и методы

Геолого-геохимические материалы по 25 месторождениям Ямала. Модель «Выбор».

Ключевые слова

нефть, газ, локальный объект, многокритериальная оценка, перспективы нефтегазоносности, выбор очередности, Ямал, Западная Сибирь

На Ямальском полуострове и примыкающей к нему с юга территории, а также в акватории Карского моря открыт ряд преимущественно газовых и газоконденсатных месторождений, в том числе гигантских по запасам углеводородов (далее — УВ). Абсолютно большая часть этих месторождений приурочена к верхней (меловой, верхнеюрской) части разреза.

Нижне-среднеюрская, триасовая и палеозойская (включая образования фундамента) часть разреза слабо изучена. По оценке перспектив нефтегазоносности этой территории (и примыкающей акватории) существуют неоднозначные мнения. Однако ряд авторитетных специалистов, на основании полученных в последние годы геолого-геофизических материалов (сейсмические работы МОГТ 2Д и 3Д, бурение сверхглубоких скважин СГ-6 и СГ-7, открытие в юрских отложениях нефтяной

залежи со значительными запасами на месторождения Победа в Карском море), довольно высоко оценивают углеводородный, в том числе и нефтяной, потенциал нижнего этажа отложений этого региона [1–8].

Результаты

Нами предпринята попытка дать количественную (вероятностную) оценку перспектив нефтегазоносности глубокозалегающих отложений на территории Ямальского полуострова и прилегающих территорий (акватории), используя геолого-математическую программу «Выбор» [9]. Программа, ранее успешно использованная нами при решении подобных задач в Туркмении, Баренцевом море, в центральной части Западной Сибири [9–10], позволяет на основе комплекса показателей, характеризующих условия формирования и размещения нефтегазовых скоплений в

Параметры; номер расчетного параметра в таблице 2	Вероятности значений			
	1,0	0,9	0,8	0,7
Геолого-геофизические параметры				
Тип полученного притока УВ 3	Нефть	Нефтегазо-конденсат	Газоконденсат, газ	
Возрастной интервал притока УВ 4	J ₁₊₂	T+P ₂	образования фундамента	
Степень благоприятности объекта с тектонической позиции 5	на валах и сводах	между валами, сводами	вблизи Уренгой-Колтогорского разлома или его ветви	
Плотность ресурсов, тыс. т / км ² 6	50-60	40-50	>40	
Геохимические параметры				
Стадии катагенеза* 7	ГЗН (МК ₁ –МК ₂)	ГЗГ (МК ₂ –МК ₃)	> МК ₃ (АК) и < ПК	
Содержание в ХБА ванадия, г/т ** 8	<100	100–500	500–1000	1000–2000
Содержание в ХБА ванадилпорфиринов (Vp) (n×10 ⁻³ %) 9	0–50	50–100	100–250	250–500
Содержание Сорг в породах, % 10	2,5–3,0	2,0–2,5	1,5–2,0	1,0–1,5
Интенсивность эмиграции жидких УВ, тыс. т/км ² 11	1000–2000	500–1000	150–500	50–150
Интенсивность генерации газообразных УВ, млн. м ³ /км ² 12	>500	250–500	100–250	50–100

*ГЗН — главная зона нефтеобразования; ГЗГ — главная зона газообразования; МК — мезокатагенез; АК — апокатагенез; ПК — протокатагенез; **ХБА — хлороформенный битумоид

Таб. 1 — Вероятностная оценка геолого-геохимических параметров, являющихся наиболее значимыми факторами механизмов нефтегазоаккумуляции

Tab. 1 — Probabilistic assessment of geological and geochemical parameters, which are the most important factors of the mechanisms of oil and gas accumulation

глубокозалегающих отложениях, ранжировать совокупность исследуемых объектов на группы (слои) и наиболее перспективные объекты.

Нами отобрано для исследования 25 месторождений, где в верхней (мел-верхняя юра) части разреза получены промышленные притоки УВ и по которым имеется геолого-геофизическая и геохимическая информация для оценки объектов по степени перспективности нефтегазоносности в нижней глубокозалегающей части разреза.

Методический подход к решению

подобных задач предложен в работах [9, 11]. Он основан на системном анализе исходной информации, позволяющем осуществить многокритериальную оценку перспектив нефтегазоносности исследуемой совокупности объектов и провести ее ранжирование на слои, а при необходимости и на объекты.

Для решения задачи установлен следующий набор из 10 показателей (таб. 1), определяющий геологические и геохимические особенности формирования скоплений нефти и газа в этом регионе в исследуемых

отложениях. Выбор показателей был ограничен слабой изученностью глубокозалегающих отложений на Ямале, поэтому значения части показателей определялись по аналогии с соседними регионами, а в ряде случаев экспертным путем. По большинству показателей использованы построенные нами карты или схемы, карты других авторов.

Измерители каждого критерия переведены по их значимости в вероятностные оценки.

Проведено шесть модельных расчетов с использованием последовательно различных сочетаний показателей (таб. 2).

№№ Объекта на карте	Месторождение (красный кружок на карте)	Тип полученного притока УВ	Возрастной интервал притока УВ	Степень благоприятности объекта с тектонической позиции	Плотность ресурсов тыс.т/км ²	Стадии катагенеза	Содержание в ХБА ванадилпорофиринов (Vp) (n×10 ⁻³ %)	Содержание в ХБА ванадилпорофина (Vp) (г/г)	СОПГ	Интенсивность эмиграции жидких УВ (тыс.т/ км ²)	Интенсивность генерации газообразных УВ (тыс.м ³ / км ²)	Расчет по параметрам					
												Вариант 1 Все (3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)	Вариант 2 (3,5,6,8,9,10,11,12)	Вариант 3 (5,3,8)	Вариант 4 (5,6,9)	Вариант 5 (3,10,11)	Вариант 6 (5,10,12)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Южная акватория Карского моря																	
1	Победа	1	1	1	1	0,9	1	1	0,8	1	1	0,72	0,80	1,00	1,00	0,80	0,80
2	Ленинградское	1	0,9	1	1	0,9	1	1	0,8	1	1	0,65	0,72	0,90	1,00	0,72	0,80
3	Русановское	1	0,9	1	1	0,9	1	1	0,8	1	1	0,65	0,72	0,90	1,00	0,72	0,80
Полуостров Ямал																	
4	Малыгинское	0,9	1	1	1	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,52	0,66	0,81	0,90	0,81	0,90
5	Тасийское	0,9	0,9	1	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,42	0,52	0,81	0,72	0,81	0,90
6	Северо-Тамбейское	0,9	1	1	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,47	0,59	0,81	0,81	0,81	0,90
7	Западно-Тамбейское	0,9	1	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,34	0,42	0,65	0,58	0,81	0,72
8	Сядорское	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,34	0,42	0,65	0,58	0,81	0,72
9	Южно-Тамбейское	0,9	1	1	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	0,42	0,52	0,81	0,72	0,81	0,90
10	Харасавейское	0,9	0,9	1	0,9	0,9	1	1	0,8	0,9	0,9	0,47	0,52	0,90	0,90	0,65	0,72
11	Крузенштерновское	1	0,9	1	0,9	0,9	1	1	0,8	0,9	0,9	0,52	0,58	1,00	0,90	0,72	0,72
12	Южно-Крузенштерновское	1	0,9	1	0,9	0,9	1	1	0,8	0,9	0,9	0,52	0,58	1	0,90	0,72	0,72
13	Северо-Бованенковское	1	0,9	1	1	0,9	1	1	0,8	0,9	0,9	0,58	0,65	1,00	1,00	0,72	0,72
14	Восточно-Бованенковское	1	0,9	1	1	0,9	1	1	0,8	0,9	0,9	0,58	0,65	1,00	1,00	0,72	0,72
15	Восточно-Тиутейское	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	1	0,9	0,8	0,9	0,9	0,27	0,34	0,72	0,58	0,65	0,58
16	Бованенковское	1	1	1	1	0,9	1	1	0,8	0,9	0,9	0,58	0,65	1,00	1,00	0,72	0,72
17	Западно-Сеяхинское	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	1	1	0,34	0,42	0,73	0,65	0,72	0,72
18	Верхне-Тиутейское	0,9	0,9	0,8	0,8	0,9	1	0,9	0,8	0,9	0,9	0,27	0,30	0,64	0,58	0,58	0,58
19	Байдарацкое	1	0,9	0,8	0,8	1	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,24	0,24	0,58	0,58	0,58	0,58
20	Арктическое	1	0,9	1	0,9	0,9	1	1	0,8	0,9	0,9	0,52	0,58	1,00	0,90	0,72	0,72
21	Малоямальское	1	1	1	1	1	0,9	1	0,9	0,8	0,8	0,47	0,47	0,81	1,00	0,65	0,72
22	Новопортовское	1	1	1	1	1	0,9	1	0,9	0,8	0,8	0,52	0,52	0,90	1,00	0,72	0,72
Обская губа																	
23	Штормовое	0,9	0,9	1	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,24	0,30	0,64	0,72	0,58	0,72
24	Салмановское	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,21	0,27	0,58	0,58	0,65	0,58
25	Геофизическое	0,9	1	1	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,38	0,47	0,90	0,81	0,72	0,72

Таб. 2 — Вероятностные значения 10 параметров для выбора первоочередных объектов в глубокозалегающих нижне-среднеюрских и доюрских отложениях (цветом выделены наиболее перспективные объекты)

Tab. 2 — Probabilistic values of 10 parameters for the selection of priority objects in deep-lying Lower Middle Jurassic and Pre-Jurassic sediments (the most promising objects are highlighted by color)

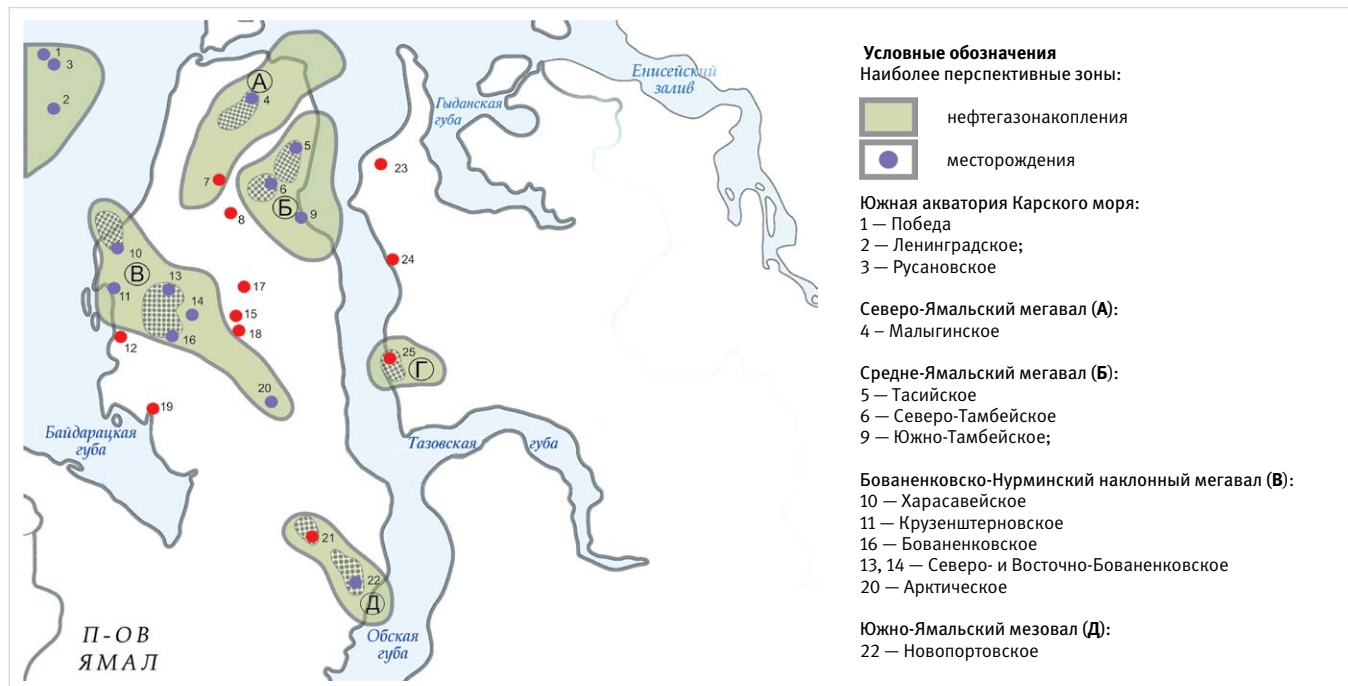


Рис. 1 — Локализация наиболее перспективных зон и месторождений УВ по результатам модельных расчетов
 Fig. 1 — Localization of the most promising zones and hydrocarbon fields according to the results of model calculations

На основании проведенных расчетов, в результате интегральной оценки, выявлены наиболее перспективные объекты (месторождения), объединенные в зоны нефтегазоаккумуляции (рис. 1).

Итоги

По результатам модельных расчетов на Ямальском полуострове и прилегающей территории (акватории) в глубоководных (нижне-среднеюрских, триасовых, палеозойских) отложениях по 25 объектам проведена многокритериальная оценка перспектив нефтегазоносности и локализованы наиболее перспективные зоны нефтегазоаккумуляции и месторождения, в которых с высокой долей вероятности будут обнаружены нефтегазоконденсатные скопления. Перспективные объекты на сводах и валах приурочены к антиклинальным поднятиям, на многоклинальных склонах залежи прогнозируются в неструктурных ловушках (рис. 1).

Выводы

Показана возможность эффективного использования для оценки перспектив нефтегазоносности на слабоизученных территориях и объектах системного анализа, в частности, многокритериальной оценки геолого-геохимических данных. Статья написана в рамках выполнения государственного задания по теме «Фундаментальные проблемы геологии, геохимии и

гидрогеологии нефтегазоносных осадочных бассейнов. Обоснование значимых факторов эффективного прогноза крупных скоплений углеводородов в неструктурных условиях», №АААА-А16-1160225102269-5

Литература

1. Клещев К.А., Шеин В.С. Перспективы нефтегазоносности фундамента Западной Сибири. 2004. М.: ВНИГНИ, 214 с.
2. Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Нестеров И.И. (мл.), Нечипорук Л.А. Закономерности размещения залежей нефти и газа в Западно-Сибирском мегабассейне // Горные ведомости. 2007. №10. С. 6–23.
3. Плесовских И.А., Нестеров И.И. (мл.), Нечипорук Л.А., Бочкарев В.С. Особенности геологического строения северной части Западно-Сибирской геосинеклизы и новые перспективные объекты для поисков углеводородного сырья // Геология и геофизика. 2009. Т. 50. № 9. С. 1025–1034.
4. Дмитриевский А.Н., Шустер В.Л., Пуланова С.А. Доюрский комплекс Западной Сибири — новый этаж нефтегазоносности. Проблемы поиска, разведки и освоения месторождений углеводорода. Lambert Academic Publishing. 2012. 135 с.
5. Пуланова С.А., Шустер В.Л. Новый взгляд на перспективы нефтегазоносности глубоководных доюрских отложений Западной Сибири // Георесурсы. 2018. 20 (2). С. 67–80.

6. Шустер В.Л., Дзюбло А.Д. Геологические предпосылки нефтегазоносности глубокозалегающих юрских и доюрских отложений на севере Западной Сибири // Экспозиция нефть газ. 2012. №2. С. 26-29.
7. Скоробогатов В.А., Строганов Л.В., Копеев В.Д. Геологическое строение и нефтегазоносность Ямала. М.: Недра-Бизнесцентр. 2003. 343 с.
8. Хахаев Б.Н., Горбачев В.И., Бочкарев В.С. и др. Основные результаты сверхглубокого бурения в Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Новосибирск. 2008. С. 224–227.
9. Швембергер Ю.Н., Шустер В.Л., Меркулова О.Н. Многокритериальность и выбор альтернативы в поисково-разведочных работах на нефть и газ. М.: ВНИИОЭНГ.1987. №3 (10). 55 с.
10. Шустер В.Л. Некоторые результаты прогноза нефтегазоносности верхнеюрского комплекса Туранской плиты с использованием программы распознавания образов «Кора-3» // Булл. МОИП. Отдел геологической. 1970. № 4. С. 4–5.
11. Шустер В.Л., Пуланова С.А. Методический подход к вероятностной количественной оценке перспектив нефтегазоносности глубокозалегающих отложений севера Западной Сибири // Актуальные проблемы нефти и газа. 2018. Вып. 3 (22). http://oilgasjournal.ru/issue_22/shuster-punanova.html

Selection of primary organization objects of the preparation in the deep seals of the Yamal peninsula based on multicriterial estimation of geological and geochemical data

Authors

Vladimir L. Shuster — Sc.D., professor, chief researcher^{1,2}; tshuster@mail.ru
Svetlana A. Punanova — Sc.D., chief researcher¹; punanova@mail.ru

¹Oil and Gas Research institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

²Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Moscow, Russian Federation



Компания «Битнефтегаз» предлагает оборудование для сжиженного газа: резервуары СУГ, ГРК, шаровые краны, насосы, агрегаты, компрессоры, насосные блоки, шланги, струбины, а так же всё для АГЭС и ГНС, АЗС и нефтебаз, битумное оборудование и оборудование ДОПОГ

+7 (8412) 300-014
8 (800) 25-03-014

www.bitneftegaz.ru
info@bitneftegaz.ru

Abstract

The article discusses the results of a multi-criteria assessment of the oil and gas potential of the deep-lying Lower Middle Jurassic and Paleozoic deposits of the Yamal Peninsula and the adjacent territories and waters of the Kara Sea for 25 local sites. The ranking was carried out according to the degree of prospects for the layers (groups) and perspective objects.

Materials and methods

Geological and geochemical data of 25 fields of Yamal. Model "Vybor".

Keywords

oil, gas, local facility, multi-criteria assessment, oil and gas potential prospects, choice of priority, Yamal, Western Siberia

Results

According to the results of model calculations carried out on the Yamal Peninsula and the adjacent territory (water area) in deep (Lower Middle Jurassic, Triassic, Paleozoic) sediments for 25 objects, a multi-criteria assessment of oil and gas potential was carried out and the most promising areas

of oil and gas accumulation and deposits were located in high oil and gas areas and deposits with high concentrations in the oil and gas deposits and deposits were located in high oil and gas deposits and deposits with high concentrations of oil and gas deposits. oil and gas condensate accumulations were found. Perspective objects on the arches and ramparts are confined to anticlinal uplifts; on the multi-cliff slopes, deposits are predicted in non-structural traps (fig. 1).

Conclusions

The effective possibility of using to assess the prospects for oil and gas potential on poorly studied objects of system analysis, in particular, multi-criteria evaluation of geological and geochemical data, is shown. The article was written in the framework of the state assignment on the topic "Fundamental problems of geology, geochemistry and hydrogeology of oil and gas sedimentary basins. Justification of significant factors for effective forecasting of large hydrocarbon accumulations under non-structural conditions", No. AAAA-A16-1160225102269-5

References

1. Kleshchev K.A., Shein V.S. *Perspektivy neftegazonosnosti fundamenta Zapadnoy Sibiri* [Oil and gas potential prospects of the basement of Western Siberia]. M.: VNIGNI, 2004, 214 p.
2. Bochkarev V.S., Brekhuntsov A.M., Nesterov I.I. (ml.), Nechiporuk L.A. *Zakonomernosti razmeshcheniya zalezhey nefti i gaza v Zapadno-Sibirskom megabasseyne* [Regularities in the location of oil and gas deposits in the West Siberian megabasin] // Mountain Gazeta, 2007, issue 10, pp. 6–23.
3. Plesovskikh I.A., Nesterov I.I. (ml.), Nechiporuk L.A., Bochkarev V.S. *Osobennosti geologicheskogo stroeniya severnoy chasti Zapadno-Sibirskoy geosineklizy i novye perspektivnye ob'ekty dlya poiskov uglevodorodnogo syr'ya* [Features of the geological structure of the northern part of the West Siberian geosyncline and new promising objects for the search of hydrocarbons] // Geology and Geophysics, 2009, V.50, issue 9, pp.1025–1034.
4. Dmitrievskiy A.N., Shuster V.L., Punanova S.A. *Doyurskiy kompleks Zapadnoy Sibiri — novyy etazh neftegazonosnosti. Problemy poiska, razvedki i osvoeniya mestorozhdeniy uglevodoroda* [The pre-Jurassic complex of Western Siberia is a new oil and gas floor. Problems of prospecting, exploration and development of hydrocarbon deposits]. Lambert Academic Publishing, 2012, 135 p.
5. Punanova S.A., Shuster V.L. *Novyy vzglyad na perspektivy neftegazonosnosti glubokozalegayushchikh doyurskikh otlozheniy Zapadnoy Sibiri* [New perspective on the oil and gas potential of deep-seated pre-Jurassic sediments in Western Siberia] // Georesources 2018, issue 20 (2), pp. 67–80.
6. Shuster V.L., Dzyublo A.D. *Geologicheskie predposylki neftegazonosnosti glubokozalegayushchikh yurskikh i doyurskikh otlozheniy na severe Zapadnoy Sibiri* [Geological prerequisites
7. Skorobogatov V.A., Stroganov L.V., Kopeev V.D. *Geologicheskoe stroenie i neftegazonosnost' Yamala* [Geological structure and oil and gas potential of Yamal]. M.: Nedra-Business Center, 2003, 343 p.
8. Khakhaev B.N., Gorbachev V.I., Bochkarev V.S. and others. *Osnovnye rezul'taty sverkhglubokogo bureniya v Zapadno-Sibirskoy neftegazonosnoy provintsii* [Main results of ultradeep drilling in an oil and gas province in Western Siberia]. Novosibirsk, 2008, pp. 224–227.
9. Shvemberger Yu.N., Shuster V.L., Merkulova O.N. *Mnogokriterial'nost' i vybor al'ternativy v poiskovo-razvedochnykh rabotakh na nef't' i gaz* [Multi-criteria and choice of alternatives in oil and gas exploration works]. M.: VNIIOENG, 1987, issue 3 (10), 55 p.
10. Shuster V.L. *Nekotorye rezul'taty prognoza neftegazonosnosti verkhneyurskogo kompleksa Turanskoy plity s ispol'zovaniem programmy raspoznavaniya obrazov «Kora-3»* [Some results of the prediction of the oil and gas potential of the Upper Jurassic complex of the Turan Plate using the Kora-3 pattern recognition program]. Bulletin MOIP, geological department, 1970, issue 4, pp. 4–5.
11. Shuster V.L., Punanova S.A. *Metodicheskiy podkhod k veroyatnostnoy kolichestvennoy otsenke perspektiv neftegazonosnosti glubokozalegayushchikh otlozheniy severa Zapadnoy Sibiri* [Methodical approach to the probabilistic quantitative assessment of the prospects for the oil and gas potential of deep-lying deposits in the north of Western Siberia]. Electronic journal of IPNG RAS "Actual problems of oil and gas", 2018, issue 3. http://oilgasjournal.ru/issue_22/shuster-punanova.html