

Построение геологической модели сакмарского природного резервуара по данным керна и каротажных диаграмм структурных скважин

Хазиев Р.Р., Андреева Е.Е., Баранова А.Г.

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия
radmir361@mail.ru

Аннотация

В статье рассмотрены полевые материалы структурного бурения скважин в пределах восточного борта Мелекесской впадины (МВ) и западного склона Южно-Татарского свода (ЮТС). По данным каротажа, керна и структурных карт поверхности сакмарского резервуара построены литологическая карта и трехмерная модель поверхности сакмарского природного резервуара, а также обоснованы перспективы битуминозности в пределах изученных тектонических элементов на основании вновь построенных карт и модели.

Материалы и методы

В работе использованы структурные карты поверхности сакмарского яруса, построенные в предыдущие годы; каротажные диаграммы и полевое описание керна структурных скважин. Построение литологической карты выполнено вручную с последующим переводом в цифровой вид; построение трехмерной поверхности сакмара выполнено с использованием современных программных пакетов.

Ключевые слова

сакмарский ярус, геологическое моделирование, Южно-Татарский свод, Мелекесская впадина, литологическая карта

Благодарность

Авторы выражают благодарность сотрудникам кафедры геологии нефти и газа им. А.А. Трофимука Института геологии и нефтегазовых технологий К(П)ФУ за представленные материалы.

Для цитирования

Хазиев Р.Р., Андреева Е.Е., Баранова А.Г. Построение геологической модели сакмарского природного резервуара по данным керна и каротажных диаграмм структурных скважин // Экспозиция Нефть Газ. 2022. № 6. С. 30–33. DOI: 10.24412/2076-6785-2022-6-30-33

Поступила в редакцию: 01.08.2022

GEOLOGY

UDC 550.8.053 | Original Paper

Construction geological model of the sakmarian natural reservoir based on core data and logging diagrams of structural wells

Khaziev R.R., Andreeva E.E., Baranova A.G.

Research institute for problems of ecology and mineral wealth use of Tatarstan academy of sciences, Kazan, Russia
radmir361@mail.ru

Abstract

This article considers materials of structural drilling of wells within the eastern side of the Melekess depression (MD) and the western slope of the South Tatar Arch (STA). According to the data of logging, core material and structural maps of the surface Sakmarian reservoir, a lithological map and a three-dimensional model of the surface of the Sakmarian natural reservoir were constructed, and the prospects of bituminosity within the studied tectonic elements were substantiated on the basis of newly constructed maps and models.

Materials and methods

The paper uses structural maps of the surface of the Sakmarian stage, constructed in previous years; logging diagrams and field description of the core material of structural wells.

The construction of the lithological map was carried out manually with subsequent translation into digital form; the construction of the three-dimensional surface of the sakmar was carried out using modern software packages.

Keywords

sakmarian stage, geological modeling, South Tatar arch, Melekess depression, lithological map

For citation

Khaziev R.R., Andreeva E.E., Baranova A.G. Construction geological model of the sakmarian natural reservoir based on core data and logging diagrams of structural wells. Exposition Oil Gas, 2022, issue 6, P. 30–33. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2022-6-30-33

Received: 01.08.2022

Введение

Геологическое моделирование является важным этапом в формировании знаний о строении подповерхностного пространства. Мировая практика последних десятилетий показала, что массовое внедрение технологий построения цифровых геологических моделей является кардинальным решением проблемы качественного, глубокого и достоверного изучения месторождений полезных ископаемых. Прежде всего это касается месторождений нефти и газа [1, 3].

Являясь сравнительно новым научным направлением, технология построения цифровых геологических моделей бурно развилась в самостоятельную отрасль программного обеспечения. Произошел рост от научно-исследовательских разработок небольших коллективов до интегрированных программных комплексов таких ведущих игроков нефтегазовой отрасли, как Schlumberger, Roxar (Emerson), Paradigm и др. Современные программные комплексы представляют собой решения, включающие полную линейку приложений, используемых на этапах поиска, разведки и разработки месторождений углеводородов.

В процессе геологического моделирования могут быть задействованы результаты интерпретации данных сейсморазведки в виде структурных карт и прогнозных кубов параметров пласта. Также могут использоваться данные предыдущих этапов моделирования объекта, данные, полученные в процессе эксплуатации месторождения, а также данные гидродинамического моделирования. Комплексное использование данных геологического моделирования совместно с данными предыдущих исследований позволяет точнее выделить перспективные зоны для поиска новых скоплений залежей нефти и природных битумов; в частности, выявить мелкие локальные положительные структуры как потенциальные ловушки для углеводородов.

В рамках данной работы изучены строение поверхности природного резервуара сакмарского яруса в пределах западного борта Южно-Татарского свода и восточного борта Мелекесской впадины; а также литология и текстурные особенности карбонатных пород-коллекторов сакмарских отложений в пределах изучаемой территории.

Теоретическая часть

Стратиграфически сакмарский ярус включает тастубский и стерлитамакский горизонты. Отложения сакмарского яруса нижнего отдела пермской системы широко распространены, толщина пород яруса на изучаемой территории составляет порядка 30 м. Подошва яруса определена по смене морских окремненных карбонатных пород ассельского яруса на лагунно-морские карбонатные и сульфатно-карбонатные отложения сакмарского яруса. Кровля яруса почти повсеместно размыта и глубоко закарстована. Нижняя часть разреза яруса с преобладанием сульфатных пород относится к тастубскому горизонту, верхняя — с преобладанием карбонатных пород — к стерлитамакскому. Отложения стерлитамакского горизонта залегают на отложениях тастубского горизонта согласно и на большей части изучаемой территории выклиниваются в западном направлении.

Тастубский горизонт (P_{1ts}) сложен плотными, иногда кавернозными, трещиноватыми органо-генно-обломочными доломитами, в основании горизонта глинистыми, с прослоями гипсов и ангидритов. Толщина горизонта колеблется от 9,7 до 41 м [2].

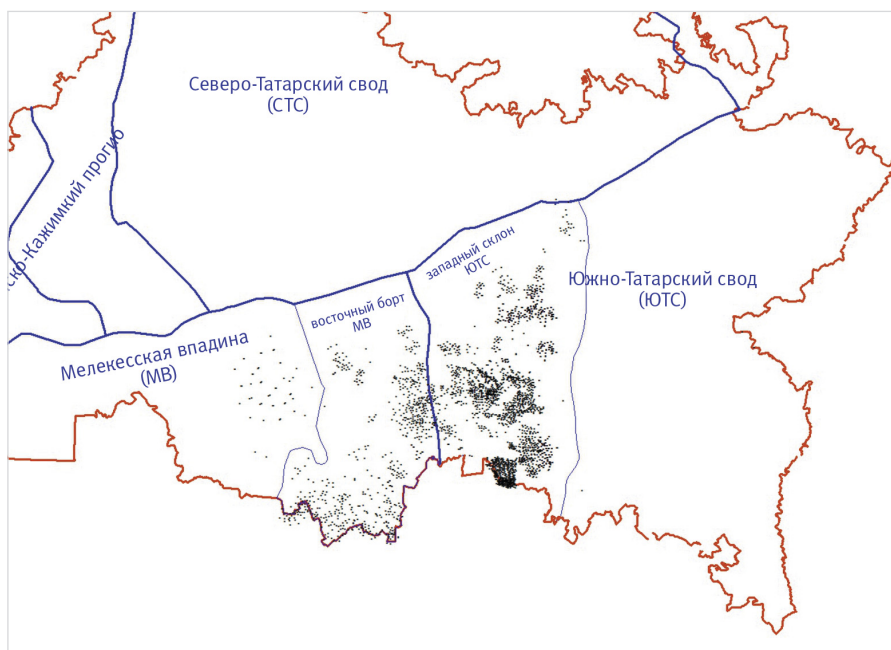


Рис. 1. Тектоническая схема РТ с облаком распределения изученных структурных скважин в пределах западного склона ЮТС и восточного борта МВ

Fig. 1. Tectonic diagram of the Tatarstan with a distribution cloud of the studied structural wells within the western slope of the STA and eastern side of MD

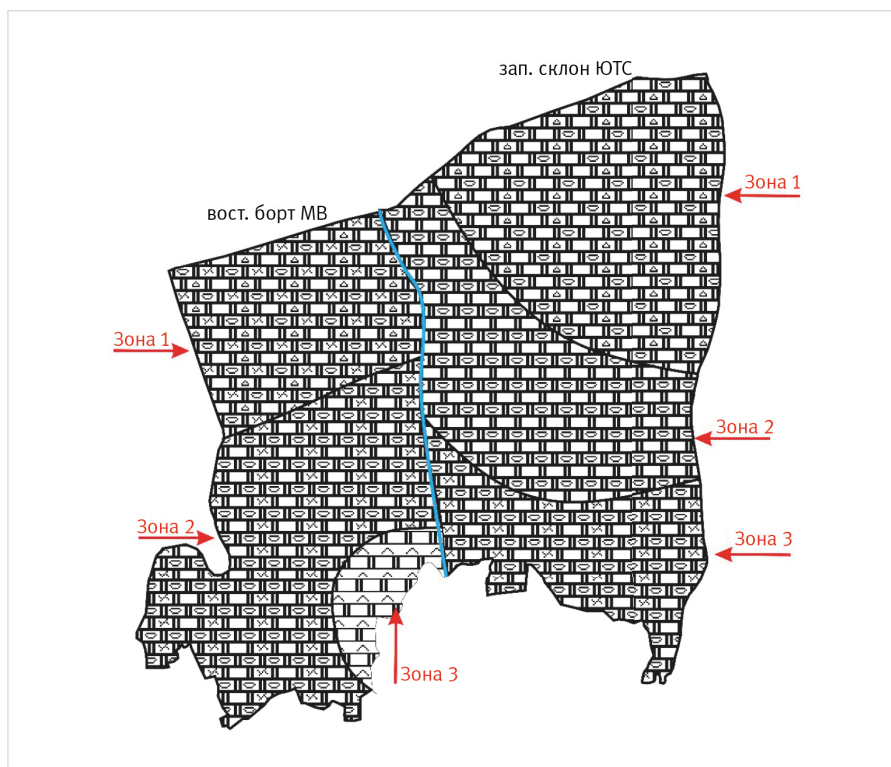


Рис. 2. Карта смены литотипов сакмарских отложений в пределах восточного борта МВ и западного склона ЮТС:

Литологические зоны ЮТС: 1 — брекчиевидные кавернозные доломиты; 2 — кавернозные доломиты; 3 — трещинно-кавернозные доломиты.

Литологические зоны МВ: 1 — брекчиевидные загипсованные доломиты с трещинами; 2 — кавернозные и трещиноватые доломиты загипсованные; 3 — тонкое переслаивание доломитов, гипсов и ангидритов

Fig. 2. Map of the change lithotypes Sakmarian sediments within the eastern side of the MD and the western slope of the STA:

Lithological zones of the STA: 1 — breccia-shaped cavernous dolomites; 2 — cavernous dolomites; 3 — fractured cavernous dolomites.

Lithological zones of MD: 1 — breccia-shaped plastered dolomites with cracks; 2 — cavernous and fractured dolomites plastered; 3 — thin interlacing of dolomites, gypsum and anhydrites

Стерлитамакский горизонт (P_{1st}) сложен известняками пелитоморфными, прослоями оолитовыми, органогенными, слоистыми, переслаивающимися с доломитами, ангидритами и гипсами, наблюдаются редкие прослои известняков глинистых, зеленовато-серых глин и мергелей. Мощность горизонта от 5 до 40 м [2].

Результаты и обсуждения

Коллективом авторов рассмотрены карты кровли сакмарского яруса, построенные в 70-х гг. XX в. учеными-геологами Татарстана; а также геолого-геофизический материал по 656 скважинам в пределах разведочных площадей восточного борта Мелекесской впадины (МВ) и западного склона Южно-Татарского свода (ЮТС) (рис. 1). (По согласованию с недропользователем номера скважин и разведочные площади не разглашаются.)

Из общего числа рассмотренных скважин 183 пробурены с отбором кернового материала из отложений стерлитамакского

горизонта сакмарского яруса; описание керна этих скважин послужило для построения карты смены литотипов сакмарских известняков (рис. 2).

Структура базы данных по скважинам с отобраным керновым материалом включала следующие поля: № скважины, площадь структурного бурения, условные географические координаты (широта — x , долгота — y), абс. отметка кровли сакмарских отложений, толщина сакмарских отложений, литологическое описание пород (табл. 1).

Характер битумопроявлений во всех изученных скважинах от слабых (порода по трещинам, порам и пятнами пропитана битумом) и средних (порода неравномерно интенсивно или слабо сплошь пропитана битумом), реже до сильных (порода сплошь интенсивно пропитана битумом), мощность учитываемых битумонасыщенных пластов по описанию керна составляла от 1 м и более.

По данным таблицы 1 построена карта смены литотипов сакмарских отложений

восточного борта МВ и западного борта ЮТС с выделением литологических зон (рис. 2). В каждом из структурных элементов зоны выделены по смене литологических особенностей пород, а также структурно-текстурных особенностей (трещиноватость, кавернозность, брекчированность и т.д.).

Западный склон ЮТС

Как видно из литологической карты, район западного склона представлен по большей части доломитами кавернозными, трещиноватыми и брекчированными (в северной части тектонического элемента). Районы литологических зон 2, 3 построены с наибольшей достоверностью ввиду наличия кернового материала в большинстве скважин, пробуренных в пределах этого района. Район литологической зоны 1 построен условно по небольшому количеству скважин, вскрывших лишь кровельную часть стерлитамакского горизонта. Толщины сакмарского яруса в районе литологических зон 2–3 варьируют от 31 м в южной части западного склона ЮТС до 70 м в центральной районе. Сакмарские отложения в изучаемом районе в той или иной степени размыты, и по анализу распределения толщин можно судить, что интенсивность размытия сакмара в южной части западного склона была более значительной, чем в центральной.

Восточный борт Мелекесской впадины

Данный район представлен преимущественно карбонатно-сульфатными породами (в частности, загипсованными доломитами и трещиноватыми известняками). Максимальная концентрация скважин с отбором керна из отложений сакмара локализована в прикраевой зоне в восточной части борта Мелекесской впадины, ближе к границе с ЮТС; следовательно, этот участок литологической карты отстроен с максимальной достоверностью. Толщины сакмарских отложений в пределах этих площадей варьируют

Табл. 1. Исходная база данных для построения литологической модели сакмарского яруса. (Названия разведочных площадей не указываются по согласованию

с недропользователем; нумерация скважин условная)

Tab. 1. The initial database for construction of the lithological model of the Sakmarian stage.

(Names of exploration areas are not specified in agreement with the subsoil user; the numbering of wells is conditional)

№ скв.	Площадь	x	y	Абсолютная отметка кровли, м	Вскрытая толщина, м	Литология
3–15	—	9 504 719	6 073 540	-182	35	Доломиты с прослоями гипса
75–76	—	9 544 892	6 049 074	-53,5	35,5	Доломиты трещиноватые
75–77	—	9 544 268	6 049 075	-67	40	Доломиты трещиноватые с прослоями гипса
75–85	—	9 542 510	6 049 822	-64	45	Доломиты трещиноватые
76–20	—	9 543 677	6 051 572	-58,5	34,5	Доломиты брекчиевидные трещиноватые

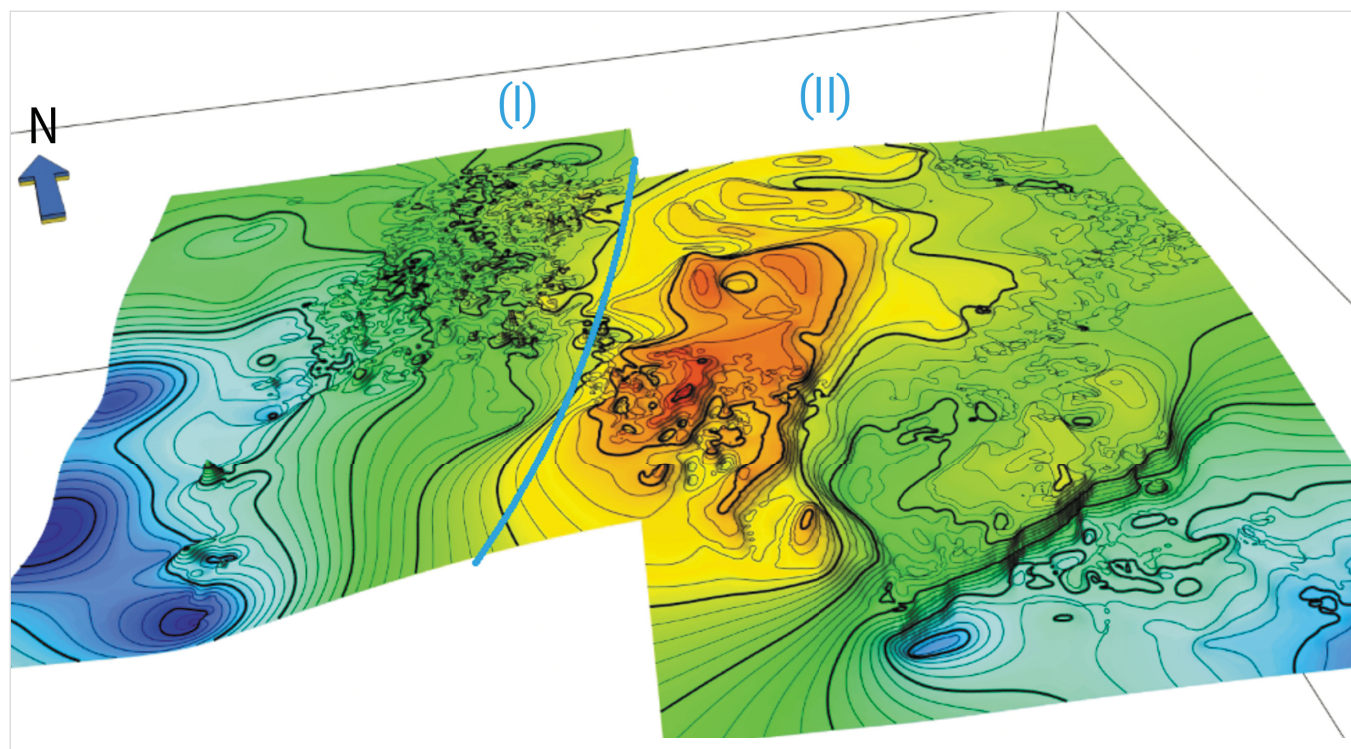


Рис. 3. Трехмерная модель кровли сакмарского яруса в пределах восточного борта МВ — I, западного склона ЮТС — II
Fig. 3. Three-dimensional model of the roof Sakmarian stage within the eastern side of the MD — I, western slope of the STA — II

от 13 до 55 м ввиду неравномерного размыва кровельной части сакмарского яруса.

Вышеописанные литологические и структурно-текстурные особенности позволяют авторам оценить сакмарские отложения в пределах изучаемого района как потенциальный коллектор для сверхвязких нефтей и природных битумов. Вышележащие отложения уфимского яруса представлены двумя формациями: песчаная в кровельной части; песчано-глинистая с прослоями сульфатов в центральной и подошвенной части уфимского яруса. Нижележащая пачка может послужить породой-покрышкой для сакмарского природного резервуара.

На основе рассмотренного геолого-геофизического материала всех структурных скважин коллективом авторов построена модель кровли сакмарского яруса (рис. 3). Для большей детальности построения карты в изучаемых районах также учитывались структурные построения поверхности сакмара предыдущих лет, которые были переведены в цифровой вид с привязкой по координатам и сопоставлены с вновь построенной моделью.

При рассмотрении прикраевых зон восточной части Мелекесской впадины (на границе с ЮТС) и юго-восточной части западного склона ЮТС прослеживаются локальные поднятия по кровле сакмарского яруса, имеющие субмеридиональное простирание. Поднятия

характеризуются брахиморфной структурой, размеры изменяются от 1,5×3 км до 2×3,5 км.

На основании вышесказанного можно в той или иной степени судить, что есть определенная вероятность открытия новых мелких (или мельчайших) месторождений битумов при детальных геологоразведочных работах с последующей постановкой запасов на госбаланс.

Итоги

Учитывая вышеизложенные факты, можно подвести итоги относительно изучаемой территории:

- район характеризуется довольно высокой детальностью изученности структурным бурением и отбором кернового материала;
- сакмарские отложения представлены здесь преимущественно породами коллекторами (трещинно-кавернозные загипсованные доломиты);
- в большинстве скважин по данным описания кернового материала сакмарские известняки битуминозные.

Выводы

В старых нефтедобывающих районах (в том числе и в Татарстане) планомерно истощаются запасы традиционных нефтей, и вопрос приращения запасов за счет новых открываемых месторождений или вовлечения в разработку нетрадиционных углеводородов стоит

наиболее актуально [4]. Сопоставление материалов геологоразведочных работ прошлых лет с современными детальными исследованиями позволит увеличить точность построения карт и геологических моделей с целью выбора перспективных территорий на поиск скоплений углеводородов.

Литература

1. Абдулхайров Р.М., Ахунوف Р.М., Гареев Р.З., Янгужарова З.А. Современные технологии и технические средства добычи природных битумов в Татарстане // Нефтяное хозяйство. 2006. № 11. С. 85–87.
2. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника / под ред. Б.В. Букова, Н.К. Есауловой. М.: ГЕОС, 2003. 399 с.
3. Сюрин А.А. Концептуальный подход к геологическому 3D-моделированию месторождений сверхвязкой нефти (СВН) шешминского горизонта Республики Татарстан // Булатовские чтения. 2017. Т. 1. С. 168–172.
4. Хазиев Р.Р., Андреева Е.Е., Баранова А.Г., Анисимова Л.З., Вафин Р.Ф., Салахова М.Ф. Оценка возможности применения технологии SAGD на месторождении СВН Республики Татарстан // Экспозиция Нефть Газ. 2018. № 2. С. 28–32.

ENGLISH

Results

Taking into account the above facts, the following results can be drawn regarding the studied territory:

- the area is characterized by a fairly high level of detail studied by structural drilling and core material selection;
- the sakmarian sediments are mainly represented here by reservoir rocks (fractured cavernous plastered dolomites);
- in most wells, according to the description of the core material, sakmarian limestone is bituminous.

Conclusions

In the old oil-producing areas (including Tatarstan), the reserves of traditional oils are being systematically depleted, and the issue of incrementing reserves due to newly discovered fields or involving unconventional hydrocarbons in the development is most relevant. Comparison of the materials of geological exploration works of the past years with modern detailed studies will increase the accuracy of the construction of maps and geological models in order to select promising areas for the search for hydrocarbon accumulations.

References

1. Abdulkhair R.M., Akhunov R.M., Gareev R.Z., Yanguzarova Z.A. Modern technologies and engineering tools of natural bitumens recovery in Tatarstan. Oil industry, 2006, issue 11, P. 85–87. (In Russ).
2. Geology of Tatarstan: Stratigraphy and tectonics. Ed. B.V. Burova, N.K. Esaulova. Moscow: GEOS, 2003, 399 p. (In Russ).
3. Syurin A.A. Geologic 3D modeling conceptual method of sheshma horizon of high-viscosity oil fields in the Republic of Tatarstan. Bulatovskiy reading, 2017, Vol. 1, P. 168–172. (In Russ).
4. Khaziev R.R., Andreev E.E., Baranova A.G., Anisimova L.Z., Vafin R.F., Salakhova M.F. Evaluation of the possible use of the SAGD at the superviscous oil field in the Republic of Tatarstan. Exposition Oil Gas, 2018, issue 2, P. 28–32. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Хазиев Радмир Римович, научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования ИПЭН АН РТ, Казань, Россия
Для контактов: radmir361@mail.ru

Андреева Евгения Евгеньевна, старший научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования ИПЭН АН РТ, Казань, Россия

Баранова Анна Геннадьевна, старший научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования ИПЭН АН РТ, Казань, Россия

Khaziev Radmir Rimovich, researcher, laboratory of geological and environmental modeling, Research institute for problems of ecology and mineral wealth use of Tatarstan academy of sciences, Kazan, Russia
Corresponding author: radmir361@mail.ru

Andreeva Evgeniya Evgenievna, senior researcher, laboratory of geological and environmental modeling, Research institute for problems of ecology and mineral wealth use of Tatarstan academy of sciences, Kazan, Russia

Baranova Anna Gennadyevna, senior researcher, laboratory of geological and environmental modeling, Research institute for problems of ecology and mineral wealth use of Tatarstan academy of sciences, Kazan, Russia