ПЕРМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Научная школа ГИГГБ ПГНИУ Пермь

ЕНИ 95 ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ИНСТИТУТ

# ГЕОЭКОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДИНАМИКА, ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

# GEOECOLOGY, ENGINEERING GEODYNAMICS, GEOLOGICAL SAFETY

Пермь 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Естественнонаучный институт (ЕНИ ПГНИУ)

# ГЕОЭКОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДИНАМИКА, ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

**Сборник научных статей
по материалам Международной
научно-практической конференции**

г. Пермь, 17-18 ноября 2015 г.

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
"Perm University Press"

Пермь 2016

УДК 502/504+55
ББК 20.1+26.3
Г35

Г35 **Геоэкология,** инженерная геодинамика, геологическая безопасность [Электронный ресурс]: сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. / гл. ред. И. С. Копылов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Электрон. дан. – Пермь, 2016. – 248 с. – 13,0 Мб. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Систем. требования: процессор Intel Pentium, 1,3 ГГц; 40 Мб HDD; 256 Мб RAM; операц. система Windows 98 и выше; рек. разрешение 1024x576; CD-ROM или DVD-ROM; ПО для чтения документов в формате *pdf. – Загл. с этикетки диска.

ISBN 978-5-7944-2854-4

Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции «Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность», состоявшейся 17-18 ноября 2015 г. в Пермском государственном национальном исследовательском университете, посвящен теоретическим и прикладным вопросам геологии и геоэкологии.

Рассматриваются проблемы инженерной и экологической геологии, геодинамики, гидрогеологии, геологической безопасности городов и объектов недропользования; методы исследований месторождений полезных ископаемых (геолого-геофизические, аэрокосмогеологические, гидрогеологические и др.) на примерах Западного Урала и Камского Приуралья, Поволжья, Сибири, Дальнего Востока, Казахстана, Узбекистана.

Для геологов широкого профиля, экологов и других специалистов по исследованию недр Земли и окружающей среды, а также для студентов, изучающих естественнонаучные дисциплины.

**УДК 502/504+55**
**ББК 20.1+26.3**

*Печатается по решению ученого совета геологического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета*

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ: к.г.-м.н. ***В.В. Голдырев***, PhD ***О.Н. Ковин***, к.г.-м.н. ***А.В. Коноплев***, д.г.-м.н. ***И.С. Копылов*** (главный редактор), д.г.-м.н. ***В.А. Наумов***, д.г.-м.н. ***В.В. Середин***, к.г.-м.н. ***В.П. Тихонов***

ISBN 978-5-7944-2854-4 © ПГНИУ, 2016

THE MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE RUSSIAN FEDERATION
PERM STATE UNIVERSITY
Natural Sciences Institute

# GEOECOLOGY,
# ENGINEERING GEODYNAMICS,
# GEOLOGICAL SAFETY

Series of scientific article

Materials of International Scientific and Practical Conference
(Perm, November 17-18, 2015)

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
"Perm University Press"

Perm 2016

UDC 502/504+55
LBC 20.1+26.3
Г35

Г35 **Geoecology,** engineering geodynamics, geological safety: Series of scientific article. Materials of I International sci.-pract. conf. *Ed.* I.S. Kopylov, Perm State University, Perm, 2016. 248 p.

ISBN 978-5-7944-2854-4

An issue of Series of scientific articles on Materials of I International scientific and practical conference "Geoecology, engineering geodynamics, geological safety ", held on November 17-18, 2015 in the Perm State University, is dedicated to theoretical and applied aspects of geology and geoecology.

The problems of engineering and environmental geology, geodynamics, hydrogeology, geological safety of cities and objects of subsoil use; research methods of mineral deposits (geological and geophysical, aerospace geological, hydrogeological and other) examples in the Western Urals and the Kama Urals, the Volga region, Siberia, the Far East, Kazakhstan and Uzbekistan.

The presented materials would be of interest for generalist geologists, ecologists and other specialists in the study of Earth's interior and the environment, as well as for students of Natural Sciences programs.

**UDC 502/504+55**
**LBC 20.1+26.3**

*Published is confirmed by the Scientific Board of the of the Faculty of Geology of Perm State University*

EDITORIAL BOARD: Cand. ***V.V. Goldyrev***, PhD ***O.N. Kovin***, Cand. ***AV Konoplev***, Dr. ***I.S. Kopylov*** (editor), Dr. ***V.A. Naumov,*** Dr. ***VV Seredin,*** Cand. ***V.P. Tikhonov***

ISBN 978-5-7944-2854-4 © Perm State University, 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

**ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ, РАЗВИТИЯ ГЕОЛОГИИ**……. 13

**В.В. Середин, В.И. Каченов, Л.А. Печеркина**
О НАУЧНОМ ВКЛАДЕ В РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И.А. ПЕЧЕРКИНА…….. 13

**И.С. Копылов, В.В. Голдырев, О.Н. Ковин**
О НАУЧНОМ НАПРАВЛЕНИИ – НШ «ГЕОЭКОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДИНАМИКА, ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»…… 19

**В.П. Тихонов, Т.И. Караваева**
ГЕОСИСТЕМНАЯ ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ…… 28

**И.С. Копылов**
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УЧЕНИЯ О ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ АКТИВНЫХ ЗОНАХ, ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРНОЙ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ, ПОИСКОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ…….. 32

**O.N. Kovin, I.S. Kopylov, A.V. Konoplev**
FORECASTING OF GEODYNAMIC HAZARD ON THE POTASSIUM SALT DEPOSITS AND MINES ON THE BASIS OF REMOTE AEROSPACE GEOLOGICAL RESEARCH……. 48

**ГЕОЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА НЕДР**…… 52

**Б.Н. Бакытжанова, Т.Т. Сейтеков**
ГЕОЭКОЛОГИЯ КАЗАХСТАНА И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ПРИРОДЫ……. 52

**В.В. Кандакова**
ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЯСЫЛЬСКОГО КАРСТОВОГО ПОЛЯ……. 62

**Ю.А. Килин, И.Ю. Килин**
ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПОЛИГОНОВ ТВЁРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ…… 66

**И.С. Копылов, Л.В. Алексеева, Л.И. Даль**
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЕРМСКОГО КРАЯ…….. 72

**А.В. Ломаева**
СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВЕ ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ Г.СУРГУТА……. 80

**A.V. Minkina**
CHEMICAL COMPOSITION SINGULARITY OF SMALL URBAN RIVERS ON THE EXAMPLE OF PERM RIVER MULYANKA…… 88

**С.В. Мусакулова**
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИКАСПИЙСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РЕГИОНА……. 92

**И.Ф. Надыров**
ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА БКРУ-3 (ВЕРХНЕКАМСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ)…… 96

**А.А. Нечаева**
ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ОСВОЕНИИ РОССИЙСКИХ АРКТИЧЕСКИХ ШЕЛЬФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ... 103

**М.И. Ярков**
ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗАПАДНО-ХОСЕДАЮССКОГО НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)…….. 107

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГЕОДИНАМИКА И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**…… 114

**Т.К. Ажгихина**
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА НА ПУЧИНИСТОСТЬ ГРУНТА……. 114

**Т.С. Гущина**
К МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ 16-ЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА В Г. ПЕРМИ)……. 121

**Л.И. Даль, Е.С. Трясцына**
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПЕРМСКОГО КРАЯ…… 127

**С.С. Егоркина, П.А. Красильников**
К ВОПРОСУ ОБ ЭРОЗИИ БЕРЕГОВ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (НА ПРИМЕРЕ ЧЕРМОЗСКОГО ПРУДА)…… 131

**В.В. Зерова**
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И РАЗВИТИЕ КАРСТА В Г. ДЗЕРЖИНСКЕ…… 139

**К.С. Икрянникова**
ОЦЕНКА КАРСТООПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ НАВАШИНСКОГО РАЙОНА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ…….. 149

**И.С. Копылов, Б.М. Осовецкий**
МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ ИЗУЧЕНИЮ И КОМПЛЕКСНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С УЛУЧШЕНИЕМ ИХ КАЧЕСТВА (НА ПРИМЕРЕ РАЙОНА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ «БЕЛКОМУР»)……. 154

**А.С. Мациевский**
ВЛИЯНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ…… 161

**М.Н. Мельникова**
РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОСВОЕНИИ ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН КАМСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ В РАЙОНЕ Г. ПЕРМИ…… 166

**Л.А. Новопоселенских, П.А. Красильников**
ВЕДЕНИЕ ИНЖИНИРИНГА В ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКОЙ КОМПАНИИ…… 170

**В.М. Останин**
АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГЛИНИСТОГО ГРУНТА ПРИ РАЗЛИЧНОМ ВСЕСТОРОННЕМ СЖАТИИ…….. 176

**В.С. Платонов**
ВНЕДРЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ МЕТОДОВ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН (ГИС)…… 181

**С.А. Суранова**
ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ КОКУЙСКОГО ГАЗОНЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ……. 186

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ, АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ, ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ, МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ)**…… 191

**А.К. Айткалиева**
ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КЕРНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИБОРА АНАЛИЗАТОРА ПИК-ПП (САВИНОБОРСКОЕ НЕФТЯНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ)…….. 191

**Е.В. Волкова**
ОЦЕНКА ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА УЧАСТКА БЕРЕЗОВЫЙ МАЛОМЫРСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)…… 198

**А.А. Иванова**
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫХ РАБОТ, ПРОВЕДЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ ТРАВИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ…….. 205

**А.Р. Ильясов**
КОМПЛЕКС ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ БАШКИРСКОГО ЯРУСА НА ПРИМЕРЕ РОМАШКИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КУАКБАШСКАЯ ПЛОЩАДЬ)……. 213

**Ю.Ю. Калашникова**
ТЕКТОНИЧЕСКИЕ И ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСНОСТИ ЮРУБЧЕНО-ТОХОМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ…… 221

**Т.П. Крашенинникова**
ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЗАЛЕЖИ НЕФТИ НИЖНЕКАМЕННОУГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНО-НАЛИМОВСКОГО ПОДНЯТИЯ ПЕТРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАТЕГОРИЙНОСТИ ЗАПАСОВ НЕФТИ…… 229

**В.В. Фетисов, Е.С. Кривощекова**
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ОПРОБОВАНИЙ И ДАННЫХ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТЕРРИТОРИИ СИВИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ…….. 236

**М.В. Фефелов, Д.С. Кирин**
ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ И ПОИСКАХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БОДАЙБИНСКОГО РАЙОНА 243

## CONTENTS


Page

**GENERAL AND THEORETICAL ISSUES OF SCIENCE, EDUCATION, DEVELOPMENT OF GEOLOGY**…… 13

**V.V. Seredin, V.I. Kachenov, L.A. Pechenkina**
ON THE SCIENTIFIC CONTRIBUTION TO THE DEVELOPMENT OF ENGINEERING GEOLOGY I.A. PECHERKIN…….. 13

**I.S. Kopylov, V.V. Goldyrev, O.N. Kovin**
SCIENTIFIC SCHOOL OF THE PERM UNIVERSITY AND THE NATURAL SCIENCES INSTITUTE «GEOECOLOGY, ENGINEERING GEODYNAMICS AND GEOLOGICAL SAFETY»……. 19

**V.P. Tikhonov, T.I. Karavaeva**
GEOSYSTEM ASSESSMENT OF GEOECOLOGICAL AND ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS…… 28

**I.S. Kopylov**
THEORETICAL BASIS OF THE DOCTRINE OF GEODYNAMIC ACTIVE ZONES, APPLICATIONS IN SOLVING THE PROBLEMS OF ENGINEERING, ENVIRONMENTAL, SEARCH OF GEOLOGY AND GEOLOGICAL SAFETY…….. 32

**O.N. Kovin, I.S. Kopylov, A.V. Konoplev**
FORECASTING OF GEODYNAMIC HAZARD ON THE POTASSIUM SALT DEPOSITS AND MINES ON THE BASIS OF REMOTE AEROSPACE GEOLOGICAL RESEARCH……. 48

**GEOECOLOGY AND ENVIRONMENT PROTECTION**……..… 52

**B.N. Bakytzhanova, T.T. Satekov**
GEOECOLOGY OF KAZAKHSTAN AND ENVIRONMENT PROTECTION…… 52

**V.V. Kandakova**
ECOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL STUDIES OF THE ESILSK KARST FIELD…… 62

**Y.A. Kilin, I.Y Kilin**
HYDROGEOLOGICAL STUDIES IN THE PLANNING OF SOLID MUNICIPAL WASTE LANDFILLS……. 66

**I.S. Kopylov, L.V. Alekseeva, L.I. Dal**
REGIONAL GEOECOLOGICAL AND HYDROGEOECOLOGICAL ANALYSIS OF PERM REGION…… 72

**A.V. Lomaeva**
SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF OIL CONTENT AND OIL PRODUCTS IN THE SOIL IN THE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF SURGUT…… 80

**A.V. Minkina**
CHEMICAL COMPOSITION SINGULARITY OF SMALL URBAN RIVERS ON THE EXAMPLE OF PERM RIVER MULYANKA……. 88

**S.V. Musakulova**
GEOECOLOGICAL PROBLEMS OF THE CASPIAN REGION……. 92

**I.F. Nadyrov**
GIDROGEOEKOLOGICHESKIE RESEARCH ON BPM-3 (VERKHNEKAMSKOE DEPOSIT OF POTASSIUM SALTS)…… 96

**A.A. Nechaeva**
THE MAJOR ENVIRONMENTAL PROBLEMS DURING THE DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN ARCTIC SHELF DEPOSITS…….. 103

**M.I. Yarkov**
ASSESSMENT OF ENGINEERING-GEOLOGICAL AND ECOLOGICAL CONDITION OF THE WEST HOSEDAYUSKOE OIL AND GAS FIELDS (ARKHANGELSK REGION)…… 107

**ENGINEERING GEOLOGY, GEODYNAMICS AND GEOLOGICAL SAFETY**……..……. 114

**T.K. Azhgikhina**
STUDY THE EFFECT OF PARTICLE SIZE DISTRIBUTION ON THE DEGREE HEAVING OF GROUND…… 114

**T.S. Gushchina**
THE METHOD OF CALCULATION OF SLOPE STABILITY DURING THE CONSTRUCTION OF HIGH-RISE BUILDINGS (FOR EXAMPLE, 16-STOREY RESIDENTIAL BUILDING IN THE CITY PERM)…… 121

**L.I. Dal, E.S. Trascina**
REGIONAL FACTORS IN THE FORMATION OF ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE NORTH-WESTERN PART OF PERM REGION…….. 127

**S.S. Egorkina, P.A. Krasilnikov**
TO THE QUESTION OF THE EROSION OF THE BANKS OF THE KAMA RESERVOIR (ON THE EXAMPLE OF THE CHERMOZSKY POND)…… 131

**V.V. Zerova**
ASSESSMENT OF THE IMPACT OF GEODYNAMIC ACTIVITY ON ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS AND DEVELOPMENT OF KARST IN THE TOWN OF DZERZHINSK…….. 139

**K.S. Ikriannikova**
APPRAISEMENT DANGER OF KARST FOR THE TERRITORY NAVASHINO DISTRICT OF NIZHNY NOVGOROD REGION…… 149

**I.S. Kopylov, B.M. Osovetskiy**
METHODICAL APPROACH TO ENGINEERING-GEOLOGICAL STUDY AND COMPLEX DEVELOPMENT OF DEPOSITS OF BUILDING MATERIALS TO IMPROVE THEIR QUALITY (FOR EXAMPLE, THE AREA OF THE RAILWAY «BELKOMUR»)….. 154

**A.S. Matsievskii**
EFFECTS OF OIL ON THE STRENGTH PROPERTIES OF BENTONITE CLAY…….. 161

**M.N. Melnikova**
DEVELOPMENT OF ENGINEERING-GEOLOGICAL PROCESSES DURING THE DEVELOPMENT OF THE COASTAL ZONES OF THE KAMA RESERVOIRS IN THE REGION OF PERM…… 166

**L.A. Novopolesski, P.A. Krasilnikov**
MAINTENANCE ENGINEERING PLANNING COMPANY……. 170

**V.M. Ostanin**
MOVEMENTS IN THE DEFORMATION PROPERTIES OF CLAY SOIL AT DIFFERENT…… 176

**V.S. Platonov**
INTRODUCTION IN PRODUCTION OF ENGINEERING-GEOLOGICAL RESEARCHES OF METHODS OF THE GEOPHYSICAL SURVEYS OF WELLS (GSW)……. 181

**S.A. Suranova**
CONDUCTING RESEARCH ON KOKUYSKOYE OIL-AND-GAS AREA TO ASSESS ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS…… 186

**RESEARCH METHODS OF MINERAL DEPOSITS (GEOPHYSICAL, AEROSPACE, HYDROGEOLOGICAL, MINERALOGICAL AND PETROGRAPHIC METHODS)**…. 191

**A.K. Aytkalieva**
PETROPHYSICAL CORE ANALYSIS USING INSTRUMENT ANALYZER PIK-PP (SAVINOBORSKOYE OIL FIELD)……. 191

**E.V. Volkova**
THE EVALUATION OF THE MATERIAL COMPOSITION OF BEREZOVY SITE AT THE MALOMYRSKOE GOLD DEPOSIT (AMUR REGION)……. 198

**A.A. Ivanova**
INTERPRETATION OF EXPERIMENTAL - FILTRATION WORKS ON THE SITE TRAVINSKY OIL FIELD…… 205

**A.R. Ilyasov**
THE COMPLEX OF GEOPHYSICAL METHODS OF WELL LOGGING TO STUDY THE RESERVOIR PROPERTIES OF THE BASHKIR TIER OF THE EXAMPLE KUAKBASH AREA OF ROMASHKINSKOYE OIL FIELD……. 213

**J.J. Kalashnikova**
TECTONIC AND LITHOLOGICAL CRITERIA OF PROSPECTS FOR OIL AND GAS YURUBCHENO-TOKHOMSKOYE FIELD……... 221

**T.P. Krasheninnikova**
STUDY OF PECULIARITIES OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF OIL DEPOSITS OF LOWER CARBONIFEROUS DEPOSITS IN THE SOUTH OF PETROVSKYDEPOSITS AND THE DEVELOPMENT OF MEASURES TO IMPROVE CLASSIFICATION OF OIL RESERVES….. 229

**V.V. Fetisov, E.S. Krivoshchekova**
THE INTERPRETATION OF TESTING AND DATA FOR UNDERGROUND WATERS INFLOW OF SIVA OIL DEPOSIT TERRITORY…….. 236

**M.V. Fefelov, D.S. Kirin**
AEROSPACE RESEARCHES' APPLICATION IN FORECASTING AND PROSPECTING OF GOLD ORE DEPOSITS IN BODAYBO DISTRICT 243

# ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ, РАЗВИТИЯ ГЕОЛОГИИ
## GENERAL AND THEORETICAL ISSUES OF SCIENCE, EDUCATION, DEVELOPMENT OF GEOLOGY

УДК 502/504

**В.В. Середин, В.И. Каченов, Л.А. Печеркина**
Пермский государственный национальный исследовательский университет

## О НАУЧНОМ ВКЛАДЕ В РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И.А. ПЕЧЕРКИНА

*Приведена краткая научная биография профессора Пермского университета И.А.Печеркина. Показан его выдающийся вклад в развитие инженерной геологии и геодинамики.*

*Ключевые слова: инженерная геология, геодинамика, водохранилища, гидрогеология, карстоведение, охрана окружающей среды, Пермский университет, И.А.Печеркин.*

**V.V. Seredin, V.I. Kachenov, L.A. Pechenkina**
Perm State University

## ON THE SCIENTIFIC CONTRIBUTION TO THE DEVELOPMENT OF ENGINEERING GEOLOGY I.A. PECHERKIN

*Brief academic biography of the Professor of Perm University I.A.Pecherkina is given in the article. His outstanding contribution to the development of engineering geology and geodynamics is shown.*

*Keywords: engineering geology, geodynamics, reservoir, hydrogeology, karst studies, environmental protection, Perm state University, I.A.Pecherkin.*

Печеркин Игорь Александрович (1928-1991), доктор геолого-минералогических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники России – основатель кафедры инженерной геологии Пермского государственного университета, один из основоположников инженерного карстоведения в России.

© В.В. Середин, В.И. Каченов, Л.А. Печеркина, 2016

Игорь Александрович Печеркин прожил относительно короткую жизнь, насыщенную большими делами и интереснейшими событиями. По той роли, которую он сыграл в становлении пермской школы инженеров-геологов, его можно сравнить со звездой первой величины, излучавшей научную энергию, зажигавшей коллег, учеников и всех тех, кто прямо или косвенно соприкасался с этой кипучей, полной жизненной силы натурой. Четверть века научно-педагогической деятельности И.А. Печеркина связана с кафедрой динамической геологии и гидрогеологии, где под руководством профессора Г.А. Максимовича он прошел путь от студента до профессора. Именно на этой кафедре зародилась идея о создании кафедры инженерной геологии.

Игорь Александрович окончив геологический факультет Пермского университета в 1950 г., сразу же возглавил гидрогеологическую службу треста «Кизелугольгеология» (1950-1953 гг.). Под его опекой оказалось более 50 шахт и 14 геолого-разведочных партий. Три года, проведенные к Кизеловском бассейне, стали для него превосходной школой, давшей разностороннюю практическую подготовку, прекрасную проверку на самостоятельность, на «выживаемость» в избранной профессии. Он проводил исследования геолого-структурных условий района, вел поиски и разведку новых шахтных полей, исследовал подземные воды для промышленного и питьевого водоснабжения, изучал динамику и химический состав шахтных вод, делал прогноз водопритоков, разрабатывал систему мероприятий для предотвращения прорыва карстовых вод в шахты, читал в Кизеловском горном техникуме курс «полезные ископаемые». Именно в Кизеле у него по-настоящему окрепла убежденность заниматься карстом – крайне интересным и сложным процессом, которому Игорь Александрович посвятил большую часть своей исследовательской работы.

Яркий талант и уникальная работоспособность Игоря Александровича позволили ему за два года успешно закончить аспирантуру ПГУ. В 1955 г. за исследование «Подземные и шахтные воды Кизеловского каменноугольного бассейна» ему присуждается ученая степень кандидата геолого-минералогических наук.

В 1954 г. после заполнения Камского водохранилища дружный «экипаж» (Л.И. Дубровин, Ю.М. Матарзин, И.А. Печеркин) на шлюпке под самодельным парусом отправился в первую экспедицию по изучению «рукотворного» моря. Несмотря на небольшой состав, она была уже комплексной (гидрологи и геолог). Позднее, в 60-е годы XXв., была создана Лаборатория водохозяйственных проблем Естественнонаучного института при ПГУ, которая объединила специалистов разных профилей.

Изучение процессов переформирования берегов водохранилищ проводилось на генетической основе, с учетом своеобразия проявления экзогенных геологических процесссов. И.А. Печеркин впервые вскрыл причины активизации оврагов и оползней, закономерности развития карста; предложил методики прогнозирования переработки берегов водохранилищ и устойчивости закарстованных территорий. Итоги этой работы легли в основу

докторской диссертации «Геодинамика побережий камских водохранилищ», которую он успешно защитил в 1968 г.

И.А. Печеркин – один из основоположников инженерного карстоведения в России. У него много учеников и это позволяет говорить о Пермской школе, руководителем которой он являлся. Им подготовлено более 30 кандидатов наук, специалистов в области переработки берегов водохранилищ, карста, суффозии и других вопросов инженерной геологии.

Игорь Александрович достойным образом представлял пермскую школу инженеров-геологов в стране и за рубежом. Он являлся членом Научного Совета АН СССР по инженерной геологии, гидрогеологии и грунтоведению; председателем Комиссии по карсту и спелеологии АН СССР; членом Комиссии по изучению динамики берегов; членом международной ассоциации по инженерной геологии (МАИГ). Как эксперт по ответственным проектам И.А. Печеркин выезжал в Венгрию, Германию, Вьетнам, США и другие страны.

Большую работу И.А. Печеркин проводил как председатель специализированного совета по присуждению ученых степеней кандидата геолого-минералогических и географических наук, а также – как член научно-методического совета по высшему образованию Минвуза СССР. В течение ряда лет он являлся главным редактором выпускаемых в Пермском университете сборников «Пещеры» (1981, 1984, 1986 гг.) и «Гидрогеология и карстоведение» (1962, 1964 1981, 1987, 1992 гг.). С 1978 г. он был директором Всесоюзного института карстоведения и спелеологии Географического общества СССР.

Игорь Александрович был организатором нескольких десятков всесоюзных и международных конференций по инженерной геологии и карстоведению. В 1992 г. в Перми успешно прошел Международный симпозиум «Инженерная геология карста», организованный по его инициативе, но состоявшийся уже без него. Он выполнял огромную редакторскую работу, дав «путевку в жизнь» десяткам научных сборников и монографий.

Научное наследие И.А. Печеркина очень велико. За 42 года он опубликовал 335 научных работ общим объемом 235 печ. л. Особенно плодотворным было пятилетие 1980-1984 гг., когда его научная продукция составила 100 публикаций объемом 52 печ. л.

Перу Игоря Александровича принадлежат 9 крупных (более 5 печ. л.) работ, по объему составляющие 40% его научного наследия:

– 1959 г. «Камское водохранилище» (11,0 печ. л., соавторы Л.И. Дубровин, Ю.М. Матарзин);

– 1963 г. «Геологические экскурсии по Камскому водохранилищу» (5,8 печ. л., соавторы Ю.М. Матарзин. Г.И. Карзенков, И.К. Мацкевич);

– 1966 г. «Геодинамика побережий камских водохранилищ». Т.1; Инженерно-геологические условия (12,5 печ. л.);

– 1969 г. «Геодинамика побережий камских водохранилищ». Т.2; Геологические процессы (19,75 печ. л.);

– 1978 г. «Методические указания по оценке изменений инженерно-геологических условий в районах закарстованных берегов» (5,1 печ. л., соавторы А.И. Печеркин, В.Е. Закоптелов);

– 1980 г. «Теоретические основы прогнозирования экзогенных геологических процессов на берегах водохранилищ» (5,5 печ. л., соавторы А.И. Печеркин, В.И. Каченов);

– 1981 г. «Переработка берегов водохранилищ, сложенных песчано-глинистыми и карбонатными породами» (5,1 печ. л., соавторы А.И. Печеркин, Ш.Х. Гайнанов);

– 1984 г. «Инженеры земли» (7,35 печ. л.);

– 1990 г. «Инженерная геология СССР». Урал, Таймыр, Казахское складчатое сооружение (20 печ. л., отв. редактор и соавтор).

Большинство статей И.А. Печеркина (312 шт.) опубликовано в России и в странах СНГ (Грузия, Киргизия, Узбекистан, Украина, Таджикистан); 24 – в 13 странах Европы (Англия, Болгария, Венгрия, Германия, Италия, Финляндия, Чехия), по 2 – в Азии (Индия, Турция), Северной (Канада, США) и Южной (Аргентина, Бразилия) Америке. Для его публикаций характерно обилие соавторов (70%). Из 86 его соавторов чаще других в этой роли выступали его ученики и коллеги – А.И. Печеркин (66 работ), В.И. Каченов (26), Г.Б. Болотов, В.Е. Закоптелов и Ю.М. Матарзин (по 18), Ш.Х. Гайнанов (15), Г.И. Карзенков (14), Л.А. Шимановский (10 работ). Меньшая группа соавторов – учителя И.А. Печеркина (Г.А. Максимович, Е.А. Лушников, А.В. Ступишин, Г.В. Короткевич, Г.С. Золотарев), а также – его коллеги из Москвы (С.Л. Вендров, И.А. Саваренский, В.М. Кутепов, Е.А. Минервина, В.Н. Кожевникова), Симферополя (В.Н. Дублянский), Ташкента (М.М. Маматкулов), Дзержинска (А.Н. Ильин) и «дальнего зарубежья» (Ф. Ройтер, Г. Молек). Со многими соавторами И.А. Печоркин сотрудничал многие годы (Ю.М. Матарзин – с 1959 по 1989; Л.А. Шимановский – с 1961 по 1992; В.Н. Каченов – с 1968 по 1991; Н.Б. Сорокина – с 1968 по 1984 г.). Это свидетельствует о прочности творческих контактов и приверженности к выработанным научным концепциям.

В творческом наследии И.А. Печеркина можно условно (многие публикации имеют комплексный характер), выделить несколько научных направлений.

***Инженерная геология*** (25%). Этому направлению посвещено 85 публикаций, которые охватывают все 4 ее классических раздела. Раздел **«Грунтоведение»** (30%) представлен работами по определению инженерно-геологических свойств песчано-глинистых, карбонатных и сульфатных пород Прикамья; условиям их залегания; пространственной неоднородности и нарушенности. И.А. Печеркин задумал, но не успел реализовать монографию об инженерно-геологических свойствах мела. Раздел **«Инженерная геодинамика»** (30%) представлена работами, посвященными инженерно-геологическим процессам (выветривание, абразия, эрозия, оползни, карст, суффозия, подтопление и пр.). Раздел **«Специальная инженерная геология»** (40%) представлена работами, связанными с освоением разных месторождений

и стройплощадок, гидротехническим строительством, организацией исследований, применением разных методов. Раздел **«Региональная инженерная геология»** содержит десятки работ. Научные исследования по госбюджетным и хоздоговорным темам проводились в различных регионах Советского Союза: от Приполярного Урала и Архангельской области до средней Азии и Кавказа. Венцом исследований И.А. Печеркина по региональной инженерной геологии была работа над монографией «Инженерная геология СССР» (Урал, Таймыр, Казахская складчатая страна), редактором и соавтором которой он являлся (1990).

***Карстоведение*** (24%). Самый большой блок работ 76 публикаций И.А. Печеркина посвящен развитию водохранилищ (30%), берега которых сложены карбонатными, сульфатными, соляными породами, толщами переслаивания карстующихся пород. Его работы посвящены разным аспектам проблемы: изучению, картированию, районированию и инженерно-геологической оценке устойчивости закарстованных территорий (25%), изменениям подземного карстового рельефа при растворении (15%), проблемам спелеологии (10%), разным частным, но важным вопросам карстоведения (изучение трещиноватости, выявление карста по керну скважин, формирование мелового карста, изменения инженерно-геологических условий закарстованных территорий под влиянием хозяйственной деятельности, особенности гидрогеологии карста, терминология и пр.). В 1977 г. И.А. Печеркин сформулировал основные задачи нового научного направления – инженерного карстоведения; уточнив затем свои представления в публикациях 1984, 1985 и 1992 гг. Он активно участвовал в дискуссиях по проблемам техногенного карста (1988), по поводу возможности управления карстовым процессом (1980), борьбы с ним и необходимости охраны закарстованных территорий (1985).

***Водохранилища*** (20%). 70 публикаций посвящены проблемам формирования и переработки берегов водохранилищ. И.А. Печеркин уделял внимание разным аспектам этой проблемы – геологическим, геоморфологическим, инженерно-геологическим. Он еще в 50-60 гг. пришел к пониманию необходимости изучения ИГП в парагенезисе, хотя в инженерной геологии эта тема поднята только в 90-е гг. его учениками. Такой подход определил высокую степень комплексной изученности камских водохранилищ, которую можно считать эталонной для России.

***Охрана окружающей среды и инженерная геоэкология*** (10%). В 35 публикациях рассмотрены две группы проблем: санитарное состояние водохранилищ, их изменения под техногенным воздействием, охрана (40%) и влияние деятельности человека на окружающую среду (60%). Обращает на себя внимание трансформация используемой терминологии. В 1959-1970 гг. И.А. Печеркин говорит о влиянии водохранилищ на природу и хозяйство, в 1975-1980 гг. – на окружающую среду, в 1981-1990 гг. он уже рассматривает их воздействие на инженерно-геологические условия территорий.

***Гидрогеология*** (6%). 20 публикаций охватывают вопросы, связанные с рудничной гидрогеологией. В них рассматриваются особенности водопритока в шахты Кизеловского каменноугольного бассейна и борьба с ним. Поровну

распределяются публикации о водообильных зонах, гидродинамической зональности подземных вод (22%) и особенностях подземных вод Приуралья (18%).

***Гидрохимия*** (6%). 20 публикаций посвящены химическому составу вод камских водохранилищ. В нескольких работах рассматривается химия снега, воды, льда рек. В развитие учения Г.А. Максимовича подробно рассмотрены гидрохимические фации разных типов вод Прикамья. Подходы, намеченные Игорем Александровичем к изучению химической денудации, представляют интерес и сегодня.

***Научно-организационные вопросы*** (9%). 31 работа посвящена информациям о совещаниях и о новых публикациях (30%), о зарубежных поездках (25%), о работе научных комиссий и Института карстоведения (20%), о юбилейных датах, а также – предисловиям к книгам, научным сборникам (20%) и информации о работе кафедры (5%).

Игорь Александрович всегда занимал исключительно активную жизненную позицию. В 1969 г. он избирается деканом геологического факультета, в 1970-1983 гг. работает проректором Пермского университета по научной работе. За время педагогической деятельности И.А. Печеркин читал курсы лекций по общей геологии, геотектонике, поискам и разведке подземных вод, инженерной геологии, геодинамике, инженерному карстоведению, руководил курсовыми и дипломными работами, работой аспирантов.

Приобретя опыт научно-организационной работы (декан геологического факультета, проректор ПГУ по научной работе) И.А. Печеркин в 1977 г. организовал кафедру инженерной геологии (приказ министра ВССО РСФСР № 306 от 04.07.1977) которой заведовал до конца своей жизни [1-5].

Имя заслуженного деятеля науки и техники России, доктора геолого-минералогических наук, профессора Игоря Александровича Печеркина золотыми буквами вписано в историю изучения геологии Приуралья и в список выдающихся ученых Пермского университета.

### *Библиографический список*


1. *Дублянский В.Н. Кафедра инженерной геологии и охраны недр на пороге XXI века // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. – Пермь: Перм. ун-т, 2002. С.163-169.*
2. *Кутепов В.М., Печеркина Л.А., Каченов В.И., Димухаметов М.Ш. Игорь Александрович Печеркин – основатель Пермской инженерно-геологической школы // Проблемы и задачи инженерно-строительных изысканий. Проблемы и задачи инженерной геологии карста урбанизированных территорий и водохранилищ: материалы Всеросс. науч.-практ. конф. Пермь: Перм. ун-т, ВерхнекамТИСИЗ и др., 2008. С.215-222.*
3. *Печеркина Л.А., Гаев А.Я, Дублянский В.Н. Игорь Александрович Печеркин – основоположник Пермской инженерно-геологической школы // Инженерно-геологическое обеспечение недропользования и охраны окружающей среды: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Пермь: Перм. ун-т, 1997. С.5-11.*
4. *Печеркина Л.В., Иванова Т.А., Инзельберг В.Д.. Игорь Александрович Печеркин (1928 - 1991): Биобиблиография / Отв. редактор Л.В. Печеркина. Пермь: Перм. ун-т, 2008.*
5. *Середин В.В., Каченов В.И., Печеркина Л.А. Печёркин Игорь Александрович – основатель кафедры инженерной геологии Пермского университета, основоположник Пермской инженерно-геологической школы // Инженерная геология и охрана недр: сб. науч. тр. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2012. С. 6-12.*

УДК 55:550.34.01

**И.С. Копылов, В.В. Голдырев, О.Н. Ковин**
Естественнонаучный институт, Пермский государственный
национальный исследовательский университет

# О НАУЧНОМ НАПРАВЛЕНИИ – НШ «ГЕОЭКОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДИНАМИКА, ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

*Рассматривается становление научной школы Пермского государственного национального исследовательского университета и Естественнонаучного института «Геоэкология, инженерная геодинамика и геологическая безопасность», ее научная и научно-образовательная деятельность Основными научными направлениями школы являются: фундаментальные и прикладные исследования в области геоэкологии, инженерной, региональной и поисковой геологии; закономерности формирования и прогнозирование природных и техногенных геологических систем в процессе недропользования; геологическая и экологическая безопасность городов и объектов инфраструктуры недропользования.*

*Ключевые слова: наука, научная школа Университета, науки о Земле, геоэкология, геодинамика, научная и образовательная деятельность.*

**I.S. Kopylov, V.V. Goldyrev, O.N. Kovin**
Natural Sciences Institute, Perm State University

# SCIENTIFIC SCHOOL OF THE PERM UNIVERSITY AND THE NATURAL SCIENCES INSTITUTE «GEOECOLOGY, ENGINEERING GEODYNAMICS AND GEOLOGICAL SAFETY»

*The formation of scientific school at Perm state national research University and Natural Sciences Institute «Geoecology, engineering geodynamics and geological safety», scientific and scientific-educational activities are considered. The main scientific directions of the school are: basic and applied research in the field of Geoecology, engineering, and search of the regional Geology; the regularities of formation and forecasting of natural and technogenic geological systems in the process of subsoil use; geological and ecological safety of cities and infrastructure mining.*

*Keywords: science, scientific school of the University, geosciences, geoecology, geodynamics, scientific and educational activities.*

В настоящее время в России и во всем мире сформировано большое количество различных научных школ, образованных по различным принципам – по региональному принципу, принадлежности к определенной научной организации или по имени лидера (например – всемирно известные российские научные школы: В.В. Докучаева, В.И. Вернадского, А. Ф. Иоффе, Л. Д. Ландау, Е.М. Сергеева и др.). Существует множество понятий термина «научная

© И.С. Ко ов, В.В. о д рев, . . Ковин, 2016

школа». Наиболее общее понятие: «научная школа – оформленная система научных взглядов, а также научное сообщество, придерживающееся этих взглядов». Анализ показывает (Г.М.Добров, С.Р. Микулинский, Н.И. Родный, М.Г. Ярошевский, С.А. Кугель, П.Б. Шелищ, В.К. Криворученко, Н.А. Куперштох и др.), что используются, в основном, три категории понятий «научная школа»: формальное объединение, научно-образовательная организация различного статуса (университет, кафедра, факультет, научно-исследовательский институт, лаборатория); исследовательский (творческий) коллектив, не обязательно имеющий формальную принадлежность к какому-либо структурному подразделению университета или научно-исследовательского института; направление в науке, объединившее интересы группы исследователей.

Научные школы имеют важное значение для последовательного развития науки в целом, получения новых знаний внутри научных дисциплин и на их стыке, формируя междисциплинарные знания, а также для сохранения научных традиций.

С 1995 г. в России действует программа поддержки ведущих научных школ. Зарегистрировано большое число (более 15 тыс.) научных школ в структурах РАН, университетах и других научных учреждениях. Среди них много научных школ геологического профиля. Например, в Уральском государственном горном университете (согласно официальным данным размещенным на сайте *http://science.ursmu.ru/nauchnyy-potencial/nauchnye-shkoly.html)* числится 14 научных школ.

В Пермском государственном национальном исследовательском университете за столетний период научно-образовательной деятельности сложились десятки научных школ. На официальном сайте [31] размещены данные только по 8 научным школам: «Терапевтически перспективные соединения бактериального происхождения» (д.м.н., проф., ак. РАН В.А. Черешнев), «Типология мирового литературного процесса» (д.фил.н., проф. Б.М. Проскурнин и д.фил.н., проф. Б.В. Кондаков), «Динамические системы и оптимальное управление» (д.т.н. проф. В.В. Маланин), «Информационные технологии в образовании» (д.ф.м.н., проф. Е.К. Хенер), «Зоология и экология наземных позвоночных» (д.б.н., проф. А.И. Шепель), «Экология почв» (д.б.н., проф. О.З. Еремченко), «Учетно-аналитические и контрольные проблемы управления производственными и финансовыми ресурсами предприятия в условиях глобализации экономических процессов» (д.э.н., проф. Т.Г. Шешукова), «Общественной (социально-экономической) географии» (д.г.н., проф. М.Д. Шарыгин).

Также приведены данные по научным направлениям, из которых по геологическим наукам зарегистрировано 8 направлений: «Геофизические технологии при поисках и разработке месторождений нефти, калийно-магниевых солей и оценке их техногенного воздействия» (д.т.н., проф. В.И. Костицын), «Геоэкология городов. Разработка теории и методологии применения пространственно-временных прогнозов проявления опасных геологических процессов в пределах градопромышленных агломераций»,

«Разработка теоретических основ формирования ресурсов, режима и состава подземных вод и современных методов поисков, разведки и оценки эксплуатационных запасов месторождений подземных вод» (д.г.-м.н., доц. В.Н. Катаев), «Разработка методов и технологий оценки и прогнозирования инженерно-геологических и геоэкологических процессов» (д.г.-м.н., проф. В.В. Середин), «Разработка теоретических основ наноминералогических исследований и нанотехнологические приложения» (Б.М. Осовецкий), «Оценка и комплексное освоение полезных ископаемых с мелкими зернами ценных минералов на основе новых технологий» (д.г.-м.н., проф. Б.С. Лунёв, д.г.-м.н., доц. О.Б. Наумова), «Разработка теоретических проблем нефтегазовой геологии и геохимии глубокопогруженных отложений и технологические аспекты» (д.г.-м.н., доц. Т.В. Карасёва), «Палеонтология, стратиграфия, разработка новых методов и технологий палеонтологических и комплексных исследований пермской системы Земного шара» (к.г.-м.н., доц. В.П. Ожгибесов) [31].

В ноябре 2015 г. в Пермском государственном национальном исследовательском университете и Естественнонаучном институте на базе научно-исследовательской лаборатории геологического моделирования и прогноза и кафедры инженерной геологии и охраны недр при содействии других кафедр геологического факультета была зарегистрирована ***научная школа «Геоэкология, инженерная геодинамика и геологическая безопасность» (НШ «ГИГГБ»).*** Руководителем НШ «ГИГГБ» избран д.г.-м.н. И.С. Копылов.

НШ «ГИГГБ» имеет мощный исторический фундамент – использует мировые знания естественных наук, опирается на западноуральскую (пермскую) школу геологии, и особенно на исторически сложившуюся и признанную в России школу инженерной геологии и инженерного карстоведения д.г.-м.н., проф. И.А. Печеркина. Вместе с тем, учитывая современные тенденции развития науки, техники и общества НШ «ГИГГБ» предполагает развивать в рамках своей научной школы направления, связанные с геоэкологией и родственными ей науками, рациональным недропользованием, геологической и экологической безопасностью.

**Целью деятельности НШ «ГИГГБ»** является создание нового научного знания, актуального для теории и практики путем проведения фундаментальных и прикладных научных исследований; развитие научного потенциала ЕНИ ПГНИУ и Университета, обеспечение преемственности поколений в научном сообществе Университета по организации научно-исследовательской работы; развитие интеграции науки и образования, высококачественная подготовка молодых специалистов и специалистов высшей квалификации в областях естественных наук на основе интеграции научных исследований и образовательного процесса.

**Основные научные и научно-образовательные направления школы**

*Направление научных исследований в рамках научной школы*: Фундаментальные и прикладные исследования в области геоэкологии, инженерной, региональной и поисковой геологии; закономерности формирования и прогнозирование природных и техногенных геологических

систем в процессе недропользования; геологическая и экологическая безопасность городов и объектов инфраструктуры недропользования.

*Направление подготовки магистров*: Инженерная геология.

*Направление подготовки аспирантов*: 25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле).

**Исторические предпосылки школы.** Школа поддерживает традиции, заложенные ее основоположником – И.С. Печеркиным. ***Печеркин Игорь Александрович*** (1928-1991), доктор геол.-мин. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники России, основатель кафедры инженерной геологии Пермского государственного университета, автор 361 печатных работ, в том числе 9 монографий. Руководитель 22 кандидатских диссертаций. Его научные взгляды по инженерной геодинамике и другим направлениям являются фундаментальными основами школы. Значительный вклад в развитие научных представлений школы внесли: ***Шимановский Леонид Андреевич*** (1930-1993), доктор геол.-мин. наук, профессор (региональные гидрогеологические и неотектонические исследования; автор 300 печатных работ, в том числе 6 монографий); ***Дублянский Виктор Николаевич*** (1930-2012), доктор геол.-мин. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Украины (геология и гидрогеология карста, изучение парагенезисов геологических процессов; автор 570 печатных работ, в том числе 30 монографий); ***Быков Владимир Никифорович*** (1933-2015), доктор геол.-мин. наук, профессор, заслуженный эколог России (исследования в области недропользования, геоэкологии города, нефтегазовой геологии и карстоведения; автор более 200 печатных работ, в том числе 10 монографий) (рис. 1).

*И.А.Печеркин*

*Л.А.Шимановский*

*В.Н.Дублянский*

*В.Н.Быков*

Рис. 1. Выдающиеся ученые-геологи Пермского университета, внесшие значительный вклад в развитие научных представлений НШ «ГИГГБ»

Руководитель научной школы: Копылов Игорь Сергеевич, доктор геол.-мин. наук, доцент по специальности «Геоэкология», профессор кафедры инженерной геологии и охраны недр и кафедры поисков и разведки полезных ископаемых, ведущий научный сотрудник НИЛ геологического моделирования и прогноза ЕНИ ПГНИУ, член-корреспондент Российской Академии Естествознания.

Состав коллектива: 17 исследователей: 3 доктора наук, 8 кандидатов наук, 6 специалистов. Ведущие ученые школы: *Голдырев В.В.*, к.г.-м.н., зав. отдела геологии ЕНИ, доцент каф. поисков и разведки полезных ископаемых; *Караваева Т.И.*, к.г.-м.н., с.н.с., доцент каф. инженерной геологии и охраны недр; *Ковин О.Н.*, доктор философии (PhD), доцент каф. геофизики и каф. инженерной геологии и охраны недр; *Коноплев А.В.*, к.т.н., доцент, зав. НИЛ геологического моделирования и прогноза; *Костарев С.М.*, к.г.-м.н., нач. отдела мониторинга и проектирования экологической безопасности ООО "Лукойл-Инжиниринг"; *Красильников П.А.*, к.г.н., с.н.с., доцент каф. инженерной геологии и охраны недр; *Попов А.Г.*, к.г.-м.н., доцент каф. поисков и разведки полезных ископаемых; *Рогозин М.В.*, д.б.н., зав. НИЛ экологии леса ЕНИ, проф. каф. биогеоценологии и охраны природы, доцент каф.ботаники и генетики растений; *Тихонов В.П.*, к.г.-м.н., зав. отдела охраны природы ЕНИ, доцент каф. инженерной геологии и охраны недр; *Фетисов В.В.*, к.г.-м.н., зав. лаборатории гидрогеодинамического моделирования, доцент каф. динамической геологии и гидрогеологии. Специалисты: *Даль Л.И.*, эколог; *Жекин А.В.*, с.н.с. НИЛ экологии леса, Ученый секретарь ЕНИ; *Козлов С.В.*, ведущий инженер ООО "Лукойл-Инжиниринг"; *Красильникова С.А.*, инженер-исследователь; *Кустов И.В.*, н.с.; *Харитонов Т.В.*, с.н.с.

**Основные фундаментальные работы:**

- *Разработка концепции геологической безопасности города Перми* – по контракту на НИР с департаментом планирования и развития территории администрации г. Перми (2010 г.)
- *Разработка теории, методов и технологий выявления и картирования геодинамических активных зон, оценка их влияния на инженерно-геологические и геоэкологические процессы* – по заданию Минобрнауки России (2012-2013 гг.).
- *Закономерности формирования и прогнозирование природных и техногенных геологических систем в процессе недропользования* – по заданию Минобрнауки России (2014-2016 гг.).

**Основные прикладные работы:**

- *Региональные геоэкологические, геохимические, гидрогеологические, инженерно-геологические исследования и картографирование*: региональные геоэкологические и геохимические исследования территории Коми-Пермяцкого автономного округа (1998-1999 гг.); составление геоэкологической карты Пермской области масштаба 1:500 000 (1998-2001 гг.); составление гидрогеологической карты Пермской области масштаба 1:500 000 на основе создания базы данных «Региональная гидрогеология» (2001-2002 гг.); районирование территории Пермской области по степени риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и природно-техногенного характера с экологическими последствиями (2002-2003 гг.); составление (обновление) серийных легенд государственных гидрогеологических карт масштаба 1:200 000 (Пермская серия) (2000-2003 гг.); создание автоматизированного рабочего места (АРМ) гидрогеолога – съемщика (2000-2003 гг.); составление

карты неотектонической активности Пермской области масштаба 1:500 000 (1999-2004 гг.); составление ландшафтно-геохимической карты Пермской области масштаба 1:500 000 (1999-2004 гг.); гидрогеологическое доизучение с геоэкологическим картированием масштаба 1:200 000 листа О-40-XV (1996-2004 гг.); инженерно-геологическое ранжирование территории Пермской области для постановки работ по геологическому изучению недр на общераспространенные полезные ископаемые (2005 г.); экологические условия промышленно-экономических районов Пермского края (2006-2007 гг.); Составление Атласа Пермского края «Геологическое строение и ресурсы недр» (2012 г.).

- *Изучение Верхнекамского месторождения калийных солей на объектах*: «Анализ фонового состояния и мониторинг окружающей природной среды Талицкого участка ВКМКС (2009-2015 гг.)»; «Геологическая интерпретация и комплексный анализ геолого-геофизических и аэрокосмогеологических материалов с целью обоснования безопасного ведения горных работ и промышленного освоения Талицкого участка ВКМКС (2011 г.)».
- *Изучение месторождений калийных солей в международных проектах*: «Подготовка исходных геологических данных для разработки ТЭО строительства горно-обогатительного комбината на базе Жилянского месторождения солей, Казахстан (2012 г.)»; «Изучение геологического строения центральной части шахтного поля рудника ДЗКУ (Узбекистан) и выявление закономерностей изменчивости содержания полезных и вредных компонентов по шахтному полю (2012 г.)»; «Анализ имеющегося геологического материала и данных дистанционного зондирования с целью выявления разрывных нарушений на шахтном поле рудника ДЗКУ, Узбекистан» (2012 г.).
- *Проведение аэрокосмогеологических нефтегазопоисковых исследований на площадях комплексного геолого-геофизического изучения*: Григорьевской площади (2011 г.); Пономаревской площади (2011 г.); Керчевской площади (2013 г.); Вишерской площади (2013 г.); Юго-Камской площади (2013 г.).
- *Проведение аэрокосмогеологических исследований на поиски золота на объектах*: «Проведение исследований по совершенствованию технологии обогащения благородных металлов на действующем производстве участка Куклянда, Енисейский кряж» (2012 г.); «Поисковые работы на выявление месторождений рудного золота в углеродистых терригенно-карбонатных породах Промысловской площади Горнозаводского района Пермского края»(2012-2014 гг.).
- *Проведение аэрокосмогеологических исследований, дистанционного зондирования и геодинамического районирование в различных регионах РФ*: на Качканарском ГОК(2013 г.); для оценки карстовой опасности Пермского края и Нижегородской области (2009-2015 гг.); для оценки геодинамической опасности на магистральных нефтегазопроводах Приуралья и Западной Сибири

(2009-2015 гг.), на территории Горного Алтая для выбора оптимального варианта трассы газопроводной системы «Алтай» (2014-2015 гг.).

**Общественное признание коллектива или его отдельных представителей** (премии, награды, дипломы, сертификаты): *Голдырев В.В.* – награжден Благодарственным письмом губернатора Пермского края за заслуги в педагогической и научной деятельности, подготовку высококвалифицированных специалистов и в связи со 100-летием университета; *Жекин А.В.* – награжден медалью ФНПР "100 лет профсоюзам России", почетными грамотами Пермской КТО профсоюза работников народного образования и науки РФ; *Караваева Т.И.* – награждена дипломом лауреата конкурса университета в области геологии на лучшую научно-исследовательскую работу в 2011 г. среди молодых ученых; *Козлов С.В.* – награжден Почетной грамотой и благодарностью Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации; почетными грамотами и благодарностями "Пермнефть", ООО "Лукойл-Пермь", присвоено звание "Ветеран труда ООО "Лукойл-Пермь"; *Коноплев А.В.* – награжден Почетной грамотой Министерства образования Российской Федерации; *Копылов И.С.* – награжден дипломом лауреата конкурса университета в области геологии за лучшую научно-исследовательскую работу в 2014 г. среди ведущих ученых; грамотами подразделений Министерства Геологии СССР, Министерства природных ресурсов Российской Федерации; *Костарев С.М.* – награжден почетными грамотами и благодарностями "Пермнефть", ООО "Лукойл-Пермь", присвоено звание "Ветеран труда ООО "Лукойл-Пермь"; *Попов А.Г.* – награжден Почетной грамотой Министерства природных ресурсов Российской Федерации; *Рогозин М.В.* – награжден дипломом лауреата конкурса университета в области биологии за лучшую научно-исследовательскую работу в 2015 г. среди ведущих ученых, Почетной грамотой Министерства образования и науки Российской Федерации; *Тихонов В.П.* – награжден Почетной грамотой Министерства образования и науки Российской Федерации, грамотами Департамента АПК и продовольствия Пермского края, Администрации г. Перми; *Харитонов Т.В.* – награжден Почетной грамотой Министерства природных ресурсов Российской Федерации.

**Основные научные результаты последних лет:**

Научные и научно-методические публикации коллектива: более 200 в т.ч.: монографии – 16 [1-18], методические и учебные издания – 7 [17-23], статьи в рецензируемых изданиях – 80, зарубежные статьи – 10, патенты и изобретения – 6 [23-29].

Подготовка кадров высшей квалификации за последние 5 лет: 2 защиты докторских и 2 защиты кандидатских диссертаций.

Коллектив НШ «ГИГГБ» готов принять в свои ряды ученых и специалистов, разделяющих их научные взгляды и традиции, а также молодых исследователей и студентов, имеющих желание и стремление заниматься научно-исследовательской деятельностью.

Информация о школе размещена на официальных сайтах [30-32].

## *Библиографический список*


*1. Бузмаков С.А., Костарев С.М. Техногенные изменения компонетов природной среды в нефтедобывающих районах Пермской области. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2003. ISBN: 5-8241-0311-9.*

*2. Гравиметрия, магнитометрия, геоморфология и их параметрические связи: монография /М.С. Чадаев, В.А. Гершанок, Л.А. Гершанок, И.С. Копылов,А.В. Коноплев. Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т. 2012. 91 с. ISBN 978-5-7944-1823-1.*

*3. Золото Верхнекамской впадины / В.А. Наумов, И.Я. Илалтдинов, Б.М. Осовецкий, В.В. Голдырев, А.Б. Макеев. Кудымкар-Пермь, 2003. 218 с. ISBN: 5-87901-080-5.*

*4. Караваева Т.И., Тихонов В.П. Природно-техногенные системы: экологические перспективы использования. Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т. 2015. 152 с. ISBN: 978-5-7944-2623-6.*

*5. Козлов С.В., Хряк С.Д. Добыча природного газа на территории Пермского края в вопросах и ответах. Пермь: Изд. Ай Кью Пресс. 2012. 295 с.: ил. ISBN 978-5-9903524-1-4.*

*6. Козлов С.В. Глубинная парадигма - альтернативная реальность генезиса углеводородов. Цикл статей к абиогенному портрету нефти. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 73 с. ISBN 978-3-659-63197-9.*

*7. Kovin Oleg. Ground Penetrating Radar Investigations in Upper Kama Potash Mine: Mining Problems and Solutions. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2010, pp 124.*

*8. Копылов И.С. Региональный ландшафтно-литогеохимический и геодинамический анализ: монография. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2012. 152 с. ISBN 978-3-659-18421-5.*

*9. Копылов И.С., Коноплев А.В. Геологическое строение и ресурсы недр. С. 14-27. В книге: «Атлас Пермского края» / Коллектив авторов. Под общей редакцией А.М. Тартаковского. Пермь-Екатеринбург. 2012. 124 с.: ил. ISBN 978-5-7944-2015-9.*

*10. Копылов И.С. Геоэкология нефтегазоносных районов юго-запада Сибирской платформы: монография. Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т. 2013. 166 с. ISBN: 978-5-7944-2194-1.*

*11. Копылов И.С., Наумов В.А., Наумова О.Б., Харитонов Т.В. Золото-алмазная колыбель России. Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т. 2015. 131 с. ISBN: 978-5-7944-2573-4.*

*12. Рогозин М.В., Разин Г.С. Лесные культуры Теплоуховых в имении Строгановых на Урале: история, законы развития, селекция ели / под ред. М.В.Рогозина. Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т. 2012. 209 с. ISBN: 978-5-7944-2018-0.*

*13. Рогозин М.В. Селекция сосны обыкновенной для плантационного выращивания. Пермь, 2013. 200 с. ISBN: 978-5-7944-2148-4.*

*14. Рогозин М.В., Разин Г.С. Развитие древостоев. Модели, законы, гипотезы. Пермь, 2015. 277 с. ISBN: 978-5-7944-2534-5.*

*15. Рогозин М.В.Лесные экосистемы и геобиологические сети. Монография. Пермь, 2016. 171 с. ISBN: 978-5-7944-2717-2.*

*16. Структуры земной коры по данным гравиметрии и магнитометрия / М.С. Чадаев, В.И. Костицын, Р.Г. Ибламинов, В.А. Гершанок, Л.А. Гершанок, А.В. Коноплев. Пермь, 2014. 95 с. ISBN: 978-5-7944-2304-4.*

*17. Копылов И.С. Методика комплексной геохимической и мерзлотно-гидрогеологической съемки масштаба 1:200 000 применительно к условиям западной части Сибирской платформы, для районов Байкитской антеклизы и ее обрамлений. Требования и кондиции к производству полевых работ. СТП 9.03-05-009-87 «КС УКГР». Красноярск: Изд-во ПГО «Енисейнефтегазгеология», 1988. 39 с.*

*18. Харитонов Т.В. Алмазоносность Урала. Обзор литературы. Аннотированный библиографический указатель. Электронное издание. Пермь, ЕНИ ПГНИУ, 2016.*

*19. Харитонов Т.В. Пермская медь. Обзор литературы. Аннотированный библиографический указатель. Электронное издание. Пермь, ЕНИ ПГНИУ, 2016.*

*20. Харитонов Т.В. Медистые песчаники Пермского края. Сборник статей 1831-1928 гг. Электронное издание. Пермь, ЕНИ ПГНИУ, 2016.*

*21. Введение в экологический мониторинг: учебное пособие / сост.: С.А. Бузмаков, С.М. Костарев. Пермь: Перм. ун-т. 2009. 178 с. ISBN: 978-5-7944-1317-5.*

*22. Геоинформационные системы в геологии: учеб. метод. пособие для студентов спец. 011100 «Геология» и 011500 «Гидрогеология и инженерная геология» / сост.: А.В. Коноплев, И.В. Кустов, П.А. Красильников. Пермь: Перм. ун-т. 2007. 100 с.*

*23. Инженерная геодинамика: курс лекций для студ. геол ф-та направления «Геология» / сост.: Т.И. Караваева. Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т. 2012. 183 с. ISBN: 978-5-7944-1976-4.*

*24. Способ биоремедиации почв и грунтов, загрязненных нефтью и нефтепродуктами / Ившина И.Б., Костарев С.М., Куюкина М.С., Закшевская Л.В. Патент на изобретение RUS 2193464 14.11.2001.*

*25. Способ ликвидации техногенных залежей углеводородных газов в приповерхностных массивах горных пород на месторождениях углеводородов / Костарев С.М., Мерсон М.Э. Ппатент на изобретение RUS 2256078 24.02.2004.*

*26. Способ получения N-нитрометильных азолов / Степанов Р.С., Ерашов А.А., Пехотин К.В., Голубцова О.А., Круглякова Л.А., Рогозин М.В. Патент на изобретение RUS 2428418 09.03.2010.*

*27. Источник поперечных сейсмических колебаний / Девяткин В.А., Вахрушев А.Ф., Киселев С.Л., Растегаев А.В., Ковин О.Н. Авторское свидетельство 1276105 СССР, G 01 V 1/104.*

*28. Способ выделения современных геодинамически активных зон на калийном руднике / Копылов И.С., Ковин О.Н., Белкин В.В. ФГБУ Федеральная служба интеллектуальной собственности, ФИПС. Заявка на изобретение от 09.10.2015.*

*29. Способ выявления быстрорастущих семей ели финской (Picea × fennica (Regel) Kom.) на основе определения химических показателей хвои» / Рогозин М.В., Жекин А.В., Жекина Н.В., Комаров С.С. ФГБУ Федеральная служба интеллектуальной собственности, ФИПС. Заявка на изобретение от 18.02.2015.*

*30. Сайт научной школы: http://georif.nethouse.ru.*

*31. Сайт ПГНИУ: http://www.psu.ru/nauka/nauchnye-shkoly/geoekologiya-inzhenernaya-geodinamika-i-geologicheskaya-bezopasnost.*

*32. Сайт Российской Академии Естествознания: http://www.famous-scientists.ru/15262*

УДК 502/504

**В.П. Тихонов, Т.И. Караваева**
Естественнонаучный институт, Пермский государственный
национальный исследовательский университет

# ГЕОСИСТЕМНАЯ ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

*Рассмотрена геосистемная оценка геоэкологических и инженерно-геологических условий. Характеризуется устойчивость геосистем в связи с техногенным воздействием. Оценка геоэкологического состояния территории при инженерно-экологических изысканиях должна состоять из интегральной оценки состояния геосистемы с расшифровкой ее через характеристику состояния отдельных компонентов окружающей среды.*

*Ключевые слова: геоэкология, инженерная геология, изыскания, геосистемы, оценка экологического состояния.*

**V.P. Tikhonov, T.I. Karavaeva**
Natural Sciences Institute, Perm State University

# GEOSYSTEM ASSESSMENT OF GEOECOLOGICAL AND ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS

*Considered geosystem assessment of geoecological and engineering-geological conditions. Stability of geosystems in connection with the anthropogenic impact Is characterized. Evaluation of the geoecological condition of the territory for engineering-ecological surveys should consist of an integrated assessment of the state of geosystems with interpretation through the status characteristic of the individual components of the environment.*

*Keywords: geoecology, engineering geology, surveying, landscape assessment of ecological status.*

Природно-техногенные системы часто определяются как совокупность природных объектов и инженерных сооружений, взаимодействующих с окружающей средой. В действительности это понятие значительно сложнее, чем в общем виде «совокупность» и «взаимодействующих». Основным здесь является понятие «системы», затем «техногенные» и «природные», но не иерархическая структура определяет сущность, а функционирование и свойства системы [3, 4, 6].

Инженерно-экологические изыскания выполняются для экологического обоснования планируемой деятельности с целью предотвращения, снижения или ликвидации неблагоприятных экологических последствий. Под экологическим обоснованием понимается совокупность доводов (доказательств) и научных прогнозов, позволяющих оценить экологическую опасность намечаемой хозяйственной и иной деятельности для экосистем

© В.П. и онов, .И. Караваева, 2016

(природных территориальных комплексов) и человека [1]. Анализ основных задач инженерно-экологических изысканий показывает их выраженную природоохранную направленность для природных комплексов и человека. Изыскания, в соответствии с требованиями п. 8.2 СНиП 11-02-96, должны обеспечивать разработку прогноза возможных изменений природных (природно-технических) систем при строительстве, эксплуатации и ликвидации объекта.

Прогноз изменений качества проводится в пределах геосистемы, которая подвергается воздействиям от объекта. Геосистема характеризуется пространственными границами и взаимным расположением (структурой) компонентов природной среды, функциональным значением компонентов, т.е. является пространственно-функциональной. Наиболее четкие границы геосистемы определяются факторами, которые сами отличаются большой устойчивостью, консервативностью и связаны со строением твердого фундамента ландшафта или его морфологическими особенностями. Между компонентами геосистемы существуют не просто отношения, связи, взаимодействия, но и взаимообусловленность; это обстоятельство дает основание относить геосистемы к категории наиболее сложно организованных детерминированных систем [2].

Внешние воздействия на геосистему изменяют сложившееся квазиравновесное состояние отдельных природных компонентов, способствуют появлению и развитию новых, не характерных для геосистемы процессов – ускоренная эрозия, плоскостной смыв грунтов в связи с вырубкой леса на водосборной площади, дефляция почв и земель, заболачивание и подтопление, засоление и загрязнение почв, поверхностных и подземных вод, уменьшение биоразнообразия. Величина отклонения геосистемы от естественного устойчивого состояния является индикатором внешнего воздействия, ответной реакцией, выраженной в последствиях – изменении показателей качества природного комплекса. Таким образом, прогноз изменения геосистемы при инженерных изысканиях должен быть основан на оценке ее устойчивости.

Устойчивость геосистем характеризует сохранение внешних форм, границ, внутренней структуры всех компонентов, а потоки вещества на входе и выходе из геосистемы, в том числе техногенные, сначала количественно, а затем и качественно изменяют устойчивость. Степень внешнего воздействия и время воздействия определяют границы устойчивости. Любой составляющий компонент геосистемы следует рассматривать как относительно самостоятельный, сложный объект.

Устойчивость в связи с техногенным воздействием на геосистемы в первую очередь следует рассматривать в функциональном аспекте. Устойчивость определяется условиями трансформации, рассеяния и удаления привнесенных в геосистему веществ. В устойчивой системе загрязнители успевают транзитом пройти через компоненты природной среды, не изменив необратимо их функционального состояния. Скорость выноса загрязнителей из системы превышает скорость трансформации компонентов. Соответственно устойчивость компонентов позволяет оценить устойчивость всей геосистемы.

Следует отметить различное значение компонентов для устойчивости геосистемы. Значительное загрязнение атмосферного воздуха в результате залпового выброса практически не скажется на качестве остальных компонентов и будет устранено с течение десятков минут или нескольких часов. Последствия залпового сброса большинства загрязнений в водотоки будут устранены через несколько дней. Рыба вернется на прежние места обитания и нереста и компонент природной среды не утратит свои функциональные способности. Следовательно, при инженерных изысканиях для характеристики устойчивости геосистемы следует оценивать скорость выноса загрязнений из геосистемы с поверхностными и подземными водами.

Ботанические, зоологические, почвенные и другие оценочные критерии также имеют большое значение, поскольку они не только чувствительны к нарушениям окружающей среды, но и наилучшим образом прослеживают зоны геоэкологического состояния по размерам в пространстве и по стадиям нарушения во времени. Растительные сообщества по-разному реагируют на внешние воздействия. Наиболее инертными являются семейства, а наименее инертными – некоторые виды растительности в семействах, что позволяет использовать их в качестве индикатора степени воздействия. Уменьшение видов индикаторов при сравнении с фоновым фитоценозом позволяет определить степень, а значит и допустимость техногенного воздействия на растительные сообщества. Виды индикаторы выбираются для каждой геосистемы отдельно. Как правило, антропогенное воздействие приводит к упрощению видового состава фитоценоза, формированию производного сообщества, в состав которого входят наиболее устойчивые коренные виды растений и растения, приспособленные к существованию в нарушенных местообитаниях. Толерантность отдельных видов растительности и животных можно использовать для определения допустимости воздействия, и именно эти виды следует изучать при инженерно-экологических изысканиях для определения существующего состояния и вероятности исчезновения отдельных видов растений и животных, вероятности трансформации всей геосистемы в целях прогноза ее изменения при конкретном виде техногенного воздействия.

Устойчивость геосистем на первом этапе оценки следует рассматривать в отношении каждого фактора отдельно, так что число возможных ситуаций может оказаться весьма значительным. Однако не каждый компонент природной среды подвергается одинаковому воздействию. В каждой конкретной ситуации механизмы устойчивости и ее порог имеют свои особенности, и в каждом конкретном случае следует искать «слабое звено» и стабилизирующие факторы. Например, с точки зрения противодействия техногенному химическому загрязнению благоприятными внутренними факторами следует считать интенсивный сток и большую скорость ветра.

Пространственным критерием зон геоэкологического нарушения служит относительная площадь земель (в %), выведенных из землепользования в пределах исследуемой геосистемы. Даже в норме относительная площадь нарушенных земель может достигать 5 %, а в зонах геоэкологического бедствия – превышает 50 %. При одной и той же стадии нарушения, выявленной по

тематическим критериям, увеличение относительной площади нарушения соответствует более высокому уровню опасности.

Стадия прогноза и анализа воздействий на окружающую среду неразрывно связана с более ранней стадией выявления значимых воздействий, так как именно они подлежат детальному анализу при проведении инженерных изысканий. Результаты прогноза и оценки значимости воздействий лежат в основе документации по подготовке проектной документации, и именно эти результаты используются для принятия проектных, административных и иных решений по намечаемой деятельности.

Оценка геоэкологического состояния территории при инженерно-экологических изысканиях должна состоять из интегральной морфологической оценки состояния геосистемы с расшифровкой ее через характеристику состояния отдельных компонентов окружающей среды [5]. Только так можно оценить современное состояние геосистемы, а также и причины этого состояния с учетом влияния техногенеза. Результаты этой оценки отражаются на карте прогнозируемого экологического состояния геосистемы, в соответствии с пунктом 8.21 СНиП 11-02-96.

***Библиографический список***


1. *Инженерные изыскания для строительства. Основные положения: СНиП 11-02-96. М.: Госстрой РФ, 1996.*
2. *Исаченко А.Г. Представление о геосистеме в современной физической географии / А.Г. Исаченко. Изв. ВГО. 1981. Т. 113. № 4. С. 297-306.*
3. *Караваева Т.И., Тихонов В.П. Геосистемное обоснование выбора границ территории проведения инженерно-экологических изысканий // Инженерные изыскания. 2012. № 11. С. 70-74.*
4. *Караваева Т.И., Тихонов В.П. Природно-техногенные системы: экологические перспективы использования / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2015. 150 с.*
5. *Копылов И.С. Принципы и критерии интегральной оценки геоэкологического состояния природных и урбанизированных территорий // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 6.*
6. *Тихонов В.П., Караваева Т.И. Геосистемная оценка экологических условий трассы линейного объекта при инженерно-экологических изысканиях // Инженерные изыскания. 2013. № 6. С. 62-66.*

УДК 551.24

**И.С. Копылов**
Естественнонаучный институт, Пермский государственный
национальный исследовательский университет

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УЧЕНИЯ О ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ АКТИВНЫХ ЗОНАХ, ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРНОЙ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ, ПОИСКОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*В статье рассмотрены содержание, объект, предмет, структура, теоретические и практические задачи нового научно-прикладного направления современной и новейшей геодинамики – учения о геодинамических активных зонах. Разработана классификация геодинамических активных зон, предложена методология их изучения на основе системного линеаментно-геодинамического анализа. Рассмотрены основные прикладные аспекты в решении задач инженерной, экологической, поисковой геологии и геологической безопасности.*

*Ключевые слова: геодинамические активные зоны, линеаментно-геодинамический анализ, теория, методология.*

**I.S. Kopylov**
Natural Sciences Institute, Perm State University

# THEORETICAL BASIS OF THE DOCTRINE OF GEODYNAMIC ACTIVE ZONES, APPLICATIONS IN SOLVING THE PROBLEMS OF ENGINEERING, ENVIRONMENTAL, SEARCH OF GEOLOGY AND GEOLOGICAL SAFETY

*The article considers the content, object, subject, structure, theoretical and practical tasks of the new scientifically-applied direction of modern and newest geodynamics – doctrines about geodynamic active zones. Classification of the geodynamic active zones is developed, the methodology of their studying on the basis of the system lineament-geodynamic analysis is offered. Basic applied aspects in the task of the engineering, environmental, search of Geology and geological safety are considered.*

*Keywords: geodynamic active zones, lineament-geodynamic analysis, theory, methodology.*

В последние десятилетия в науках о Земле (геология) в результате перехода на новую геологическую парадигму – тектонику литосферных плит возникла и получила бурное развитие новая научная дисциплина – геодинамика.

Выделены основные разделы геодинамики: общая, частная, региональная, историческая (Л.П. Зоненшайн, Л.А. Савостин, 1979), новейшая тектоника и

© И.С. Ко ов, 2016

современная геодинамика (Н.Н. Николаев, 1988, Н.И. Корчуганова, 2007). На стыке различных геологических направлений выделяются: минерогеодинамика (Р.Г. Ибламинов, 2001, 2015), геодинамика недр (И.М. Петухов, И.М. Батугина, 1999), гидрогеодинамика (В.М. Шестаков, 1996), флюидогеодинамика (А.И. Кудряшов, 1991), эндогенная и экзогенная геодинамика, инженерная и экологическая геодинамика и др. [1-3, 48] (рис. 1).

Рис. 1. Научно-прикладное направление «Учение о геодинамических активных зонах», его место в системе геодинамических наук

Теоретическим проблемам геодинамики, а также вопросам современной геодинамики, связанным с геодинамической неустойчивостью участков литосферы на различных территориях посвящены многочисленные исследования (В.Е. Хаин, А.А. Апродов, Л.П. Зоненшайн, Л.А. Савостин, Е.В. Артюшков, Н.И. Николаев, В.Г. Трифонов, М.И. Кузьмин, М.Г. Ломизе, М.Л. Копп, В.И. Макаров, Н.В. Макарова, И.М. Петухов, И.М. Батугина, М.Г. Леонов, А.Ф. Грачев, А.А. Никонов, Н.В. Короновский, Е.Е. Милановский, Ю.М. Пущаровский, Р.М. Лобацкая, Н.И. Корчуганова, А.В. Тевелев, В.Я. Ероменко, Т.С. Блинова и др.). Вместе с тем сложилась парадоксальная ситуация при огромном накопленном эмпирическом материале геолого-геофизических данных, позволяющем объяснять многие явления в этой проблеме: практически отсутствуют теоретические разработки и даже теоретические обоснования и определения таких понятий, как «геодинамическое поле» и «геодинамическая активная зона».

С 70-х гг. XX в. наметились пути становления нового геологического научно-прикладного направления в рамках и на стыке современной и новейшей геодинамики с другими науками, которое можно определить как *учение о геодинамических активных зонах.* В связи с этим назрела необходимость разработки его теоретических и методологических основ с целью систематизации знаний в этой области, определить объект и предмет, основные задачи направления.

Объекты исследований учения – *геодинамическое поле планеты*, которое обусловлено тектоническим полем напряжений во взаимодействии с геофизическими, геохимическими, гидрогеологическими и другими полями, а также планетарной и линеаментной трещиноватостью, и собственно ***геодинамические активные зоны*** **(ГАЗ)**. Предмет исследований – закономерности формирования геодинамических активных зон в пределах литосферы и других оболочек Земли и их влияние на природную среду и человека.

Как любое другое учение геологической науки, учение о геодинамических активных зонах представляет собой синтез знаний не только собственно геологических, но и других естественных наук – географии, биологии, экологии, физики, химии, астрономии, математики – и обладает прямыми и обратными связями по объектам, предметам изучения или методам исследований (рис. 2).

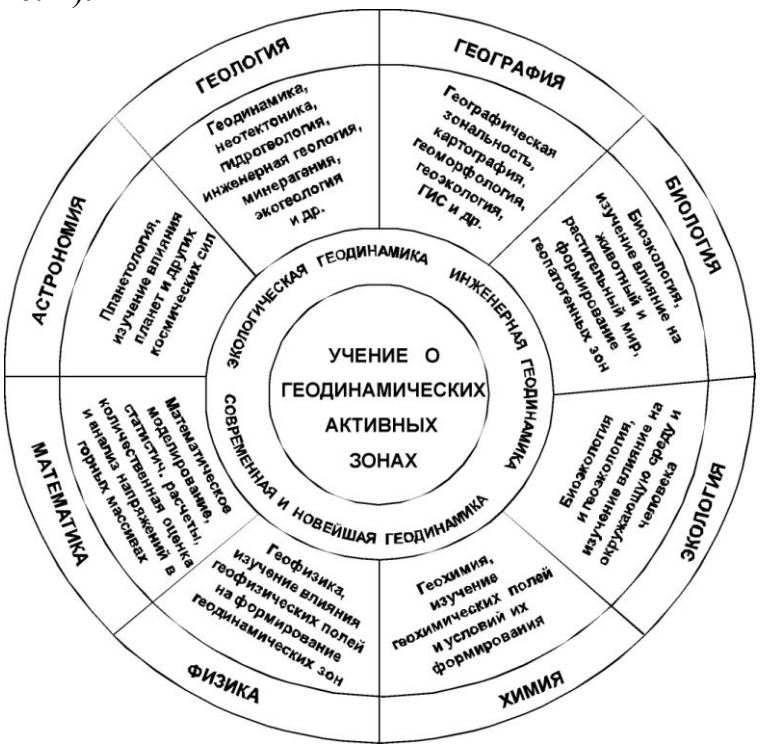



Рис. 2. Синтез знаний фундаментальных наук естествознания в учении о геодинамических активных зонах

Основное предметное поле учения составляют экологическая, инженерная, современная и новейшая геодинамика. В структуре учения о геодинамических активных зонах выделяются две основные части – теоретическую и прикладную. Концептуальная модель разработки учения о геодинамических активных зонах базируется на принципах: фундаментальности, системности, комплексности, объективности, критериальности, результативности, многофункциональности (рис. 3).

Первая (теоретическая) часть представляет фундаментальную основу учения и включает ряд разделов.

Рис. 3. Научное содержание учения о геодинамических активных зонах

Теоретические основы включают разработку теории (гипотез, концепций); разработку научного содержания, структуры (определение места науки в системе других наук, близкие науки и учения, прямые и обратные связи) и понятийной базы учения (основные понятия и определения и в первую очередь – понятие о геодинамических полях и геодинамических активных зонах); теоретико-математическое моделирование геодинамических зон, классификации (по размеру, глубинности, форме, интенсивности, генезису, геоструктурному положению и др.). В историческом разделе рассматривается история становления, состояние, пути и основные тенденции развития рассматриваемого учения [23, 25, 32].

Методологические основы включают разработку системы геодинамических методов исследований на основе системного анализа. Основными методическими подсистемами являются: геофизические (на всех уровнях изучения с оценкой параметров глубинности и интенсивности ГАЗ); дистанционные аэрокосмогеологические (картирование по площади на всех уровнях изучения, линеаментно-геодинамический анализ), структурно-геоморфологические (морфоструктурный и морфонеотектонический анализы), гидрогеологические и геохимические (структурно-гидрогеологический и структурно-геохимический анализы на региональном, зональном, локальном уровнях); биологические (на локальном уровне изучения) методы.

Вторая (прикладная) часть состоит из трех крупных разделов: изучение природных систем (изучение связи ГАЗ с другими зонами, полями, аномалиями, месторождениями и др.); изучение природно-технических систем (изучение связи геодинамических зон с техногенно преобразованными природными и урбанизированными условиями и сооружениями); решение прикладных задач (многоцелевое геодинамическое районирование, оценка, прогноз).

В геодинамической терминологии существуют различные термины, такие как «геоактивные зоны», «геологически активные зоны», «тектонически активные зоны», «неотектонически активные зоны», «активные зоны Земли,

планеты и др.» и прочие активные зоны или просто геодинамические зоны, однако определения их практически отсутствуют.

По мнению автора, ***геодинамические активные зоны*** представляют собой участки земной коры, различные по объему, конфигурации и площади, активные на современном этапе неотектонического развития, характеризующиеся пониженной прочностью, повышенной трещиноватостью, проницаемостью и, как следствие, проявлениями разрывной тектоники, сейсмичности и других процессов. ГАЗ, как правило, являются мобильные зоны трещинно-разрывных нарушений на границах блоковых структур, узлы пересечения разнонаправленных нарушений, осложняющие неотектонические блоки; внутриблоковые участки сгущения сети нарушений [40-41].

Модель формирования ГАЗ автору представляется близкой линеаментно-доменно-фокальной модели зон возникновения очаговых землетрясений (по В.И. Уломову, 2009) [49], в соответствии с принятой концепцией выявления сейсмогенерирующих структур в ОСР-97, где рассматриваются 4 уровня источников землетрясений: крупный регион с интегральной характеристикой регионального сейсмического режима, линеаменты (оси трехмерных сейсмоактивных разломных структур), домены (квазиоднородные в геодинамическом отношении объемы геологической среды) и потенциальные очаги землетрясений, указывающие на наиболее опасные участки (фокусы) сейсмогенерирующих структур. Последние и представляют собой ГАЗ разного уровня.

Вопрос о классификации, ранжировании и критериях выделения ГАЗ является одним из наиболее сложных. По аналогии с классификацией новейших тектонических структур (В.И. Бабак, Н.Н. Николаев, 1984, 1988) [45], а также с ранговой шкалой дизъюнктивных структур (Р.М. Лобацкая, Г.Л. Кофф, 1997) [42] можно представить следующую систематику ГАЗ, включающую уровни, классы, ранги, размерность, масштабы (табл. 1).

Таблица 1

Общая классификация геодинамических активных зон

| Систематика геодинамических активных зон | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Уровень** | **Класс** | **Ранг** | **Размерность** | **Масштаб изучения** |
| Глобальный | Планетарные зоны | 1 | Неск. тыс. км, неск. сотен тыс. км$^2$ | 1:10 000 000 и меньше |
| Субглобальный | Субланетарные зоны | 2 | Первые тыс. км, десятки тыс. км$^2$ | 1:5 000 000 |
| Региональный | Геозоны | 3 | До тыс. км, первые десятки тыс.км$^2$ | 1:2 500 000 |
| | Мегазоны | 4 | Сотни км, первые тыс. км$^2$ | 1:1 000 000 |
| Зональный | Макрозоны | 5 | До 100 км, неск. сотен км$^2$ | 1:500 000 |
| | Мезозоны | 6 | До 50 км, до 100 км$^2$ | 1:200 000 |
| Локальный | Локальные зоны I порядка | 7 | 1-2 до 25 км, неск. десятков км$^2$ | 1:100 000 |
| | Локальные зоны II порядка | 8 | 0,5-1 до 10 км, неск. км$^2$ | 1:50 000 |
| | Локальные зоны III порядка | 9 | Доли и единицы км, доли и единицы км$^2$ | 1:25 000 и крупнее |

Выделяется 5 уровней ГАЗ: глобальный, субглобальный, региональный, зональный, локальный, охватывающие все разнообразие по размерам и глубинности проникновения в земную кору. ГАЗ глобального и субглобального уровней являются глобальные зоны интенсивной современной деструкции земной коры на границах крупных и малых литосферных плит (Средиземноморско-Индонезийская, Африкано-Чукотская, Филиппино-Камчатская, Кордильеро-Андская и др.), конвергентные сейсмоактивные структуры – зоны субдукции и их реликты на континентах, на региональном уровне (геозоны) – их крупные сегменты, основным признаком которых служит размещение очагов землетрясений (рис. 4).

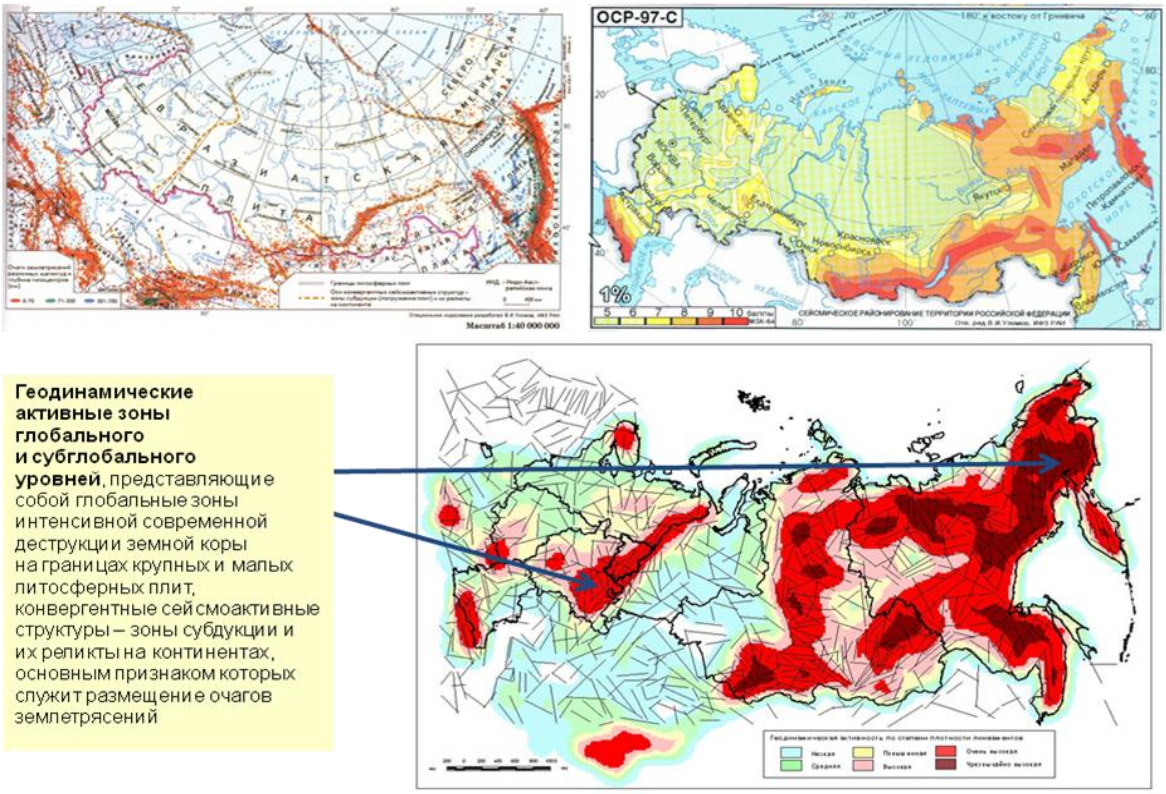



Рис. 4. Пример геодинамических активных зон глобального и субглобального уровней

ГАЗ на региональном (мегазоны), зональном (макрозоны, мезозоны) и локальном уровнях различных порядков, как правило, являются мобильные зоны трещинно-разрывных нарушений на границах блоковых структур, узлы пересечения линеаментов, внутриблоковые участки сгущения сети нарушений (рис. 5, 6).

**Методологический подход и принципы к оценке геодинамической активности.**

Оценка геодинамической активности земной коры и ее частей является фундаментальной проблемой наук о Земле (геологии, географии, экологии, экономики). Изучение геодинамической (неотектонической) активности проводится по направлениям, исследующим сложную гетерогенную систему

*«рельеф – тектонические линеаменты и структуры – водные растворы – вещество»*. Реализация производится в общей схеме исследований «современный рельеф – геоморфологические методы исследований – структурные и геологические условия – геологические методы исследований – геологические результаты».

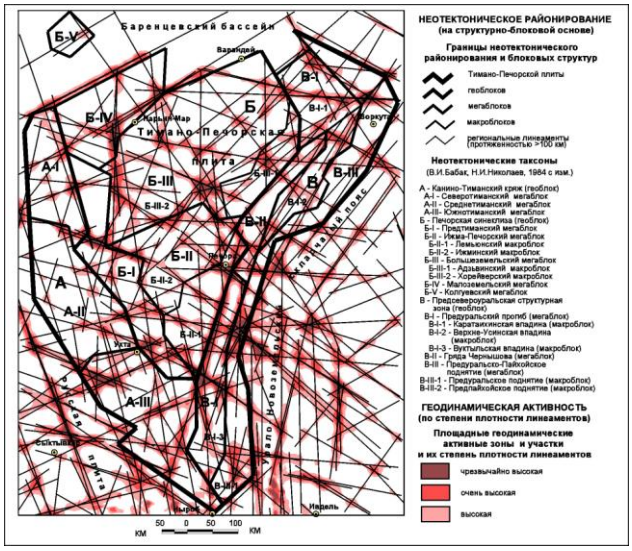



Рис. 5. Геодинамические активные зоны регионального уровня (Тимано-Печорская плита) [24]

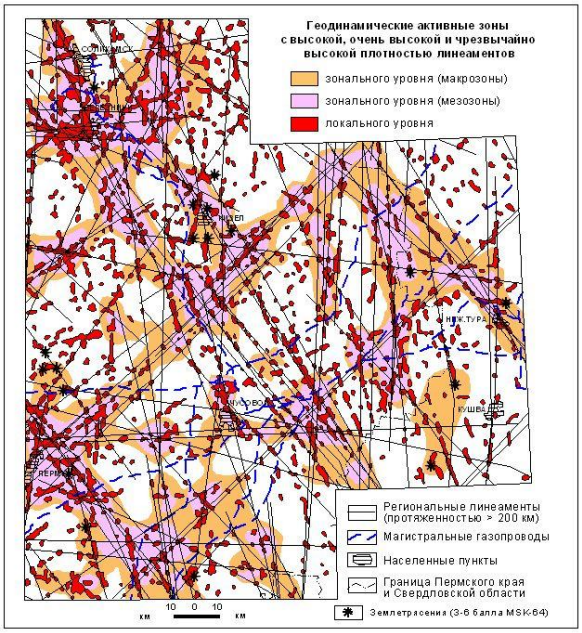



Рис. 6. Геодинамические активные зоны локального и зонального уровней (Средний Урал) [18]

Реализация производится в общей схеме исследований «современный рельеф – геоморфологические методы исследований – структурные и геологические условия – геологические методы исследований – геологические результаты». Главная идея – использование рельефа и линеаментов для построения моделей ГАЗ. В основу методики их изучения положен комплекс методов: морфонеотектонический, линеаментно-геодинамический), структурно-гидрогеологический и структурно-геохимический анализ [23, 25].

**Линеаментно-геодинамический анализ** заключается в получении исходной модели линеаментного поля путем дешифрирования аэро- и космических снимков (КС), далее – в аппроксимации расчетных данных, ранжировании территории по степени геодинамической активности и построение ее картографических моделей разного уровня детальности. Методика исследований включает: подготовку материалов дистанционных съемок, визуальное выделение геоиндикаторов, интерактивное компьютерное структурно-геологическое дешифрирование КС, автоматизированную обработку линеаментов, разработку критериев, различные виды классификаций, создание локальных баз данных, создание цифровых моделей рельефа, морфонеотектонический, линеаментный, геодинамический анализы, сопоставление данных с геофизическими и другими полями и оценку

достоверности результатов, создание итоговых карт районирования, оценки и прогноза.

Критериями оценки геодинамической активности являются различные расчетные показатели (как правило, учитывающие вертикальную и горизонтальную расчлененность рельефа [4] и развитие гидросети). Одним их важнейших показателей является плотность разломов, линеаментов, мегатрещин, выраженная по суммарной их протяженности на единицу площади. Ранжирование геодинамической активности по этому показателю проводится по градациям с учетом баллов статистического распределения по их интенсивности (обычно выделяется 6 градаций с учетом среднего арифметического - «x» и стандартного отклонения - «s»): 1 балл < (x-s); 2 балл (x-s) ÷ x; 3 балл x ÷ (x+s); 4 балл (x+s) ÷ (x+2s); 5 балл (x+2s) ÷ (x+3s); 6 балл > (x+3s). Вполне уверенно предполагается, что они отражают соответственно различную степень геодинамической активности (от условно стабильной до условно чрезвычайно высокоактивной). При этом к ГАЗ относятся участки с очень высокой и чрезвычайно высокой трещиноватостью и в отдельных случаях – участки с высокой трещиноватостью, отличающиеся высокой контрастностью относительно фона. Как правило, крупные ГАЗ имеют сложное мозаичное строение и по материалам более детального изучения, они «разбиваются» на зоны более низкого уровня с разной степенью активности [11, 12].

Для оценки степени достоверности результатов, создания итоговых карт районирования, оценки и прогноза применяются структурно-гидрогеологический и структурно-геохимический анализы. Это сложные виды анализов и в каждом конкретном случае подходы к выбору параметров оценочных показателей должны быть индивидуальны по своей программе.

**Структурно-гидрогеологический анализ** основан на следующей закономерности: в формировании гидрогеологической обстановки в зоне активного водообмена ведущими являются состояния структурно-геологических условий и неотектонических движений. Теоретической предпосылкой структурно- гидрогеологического метода служит известное положение (Н.М. Страхов) о повышенной тектонической трещиноватости в сводовых частях активно поднимающихся положительных структур, способствующей интенсивному водообмену и миграции химических элементов подземных вод. Важнейшей его задачей является количественная оценка и картирование подземного химического стока, который представляет собой процесс совместной миграции растворенных веществ с гравитационными подземными водами в верхних частях земной коры (В.П. Зверев) и измеряется массой растворенного вещества, выносимого подземными водами из толщи земной коры в единицу времени. Практически, метод осуществляется путем полевых измерений расходов водотоков и их солевого состава в межень, когда он соответствует в среднем составу подземного стока речных бассейнов. Действие описанной закономерности установлено для различных регионов мира (К.И. Маков, Н.Д. Буданов; Г.А. Максимович, Г.К. Михайлов;

В.А. Шерстнев) и подтверждено нами во многих районах Сибири, Урала, Приуралья [27, 28, 31, 40, 41].

В качестве расчетных показателей для построения структурно-гидрогеологических схем использовались модуль подземного стока (Мпс), модуль подземного химического стока (Мпхс) и модуль углеводородного стока (Мувс) по формулам (1):

$$M_{пс} = \frac{g_{пс}}{F}; \quad M_{пхс} = \frac{g_{пс} \cdot C_{п}}{F} = M_{пс} \cdot C_{п}; \quad M_{увс} = \frac{g_{пс} \cdot C_{увг}}{F} = M_{пс} \cdot C_{увг}, \qquad \textbf{(1)}$$

где $g_{пс}$ – подземный сток, л/с; F – площадь гидрогеологического района (водосбора), км$^2$; $C_п$ – средняя сумма растворенных солей, г/л; $C_{увг}$ – средняя сумма водорастворенных углеводородных газов; $M_{пс}$ – модуль подземного стока, л/с ·км$^2$ ; $M_{пхс}$ – модуль подземного химического стока, г/с ·км$^2$ ; $M_{увс}$ – модуль углеводородного стока, см$^3$/с ·км$^2$.

Построение структурно-гидрогеологической схемы и ее анализ включают: 1) вычисление расхода воды на гидростворах; 2) обработка результатов гидрометрических работ с учетом климатического фактора с пересчетом сезонных гидрологических данных на среднемноголетние; 3) определение площадей водосборных бассейнов; 4) подсчет суммарных расходов в отдельных бассейнах; 5) определение средней солености вод, среднего содержания отдельных химических элементов и водорастворенных УВГ в бассейнах; 6) расчет модулей стока (выноса) подземного стока, химического стока, углеводородного стока, хлор-иона, метана, суммы тяжелых углеводородов и других компонентов в каждом бассейне; 7) аппроксимация расчетных данных способом «скользящего среднего» (карта изученности территории масштаба 1:200 000 покрывается равномерной прямоугольной сеткой через 2 см; в квадратах 4 х 4 см с половинным перекрытием по горизонтали и вертикали вычисляются средние значения, относящиеся к центру квадратов) – в итоге получается трансформированная схема со значениями показателей по сетке с ячейкой 4 км; 8) выбор градаций и проведение изолиний по расчетным показателям способом интерполяции рациональными дробями; 9) расчет статистических характеристик: среднеарифметического значения (x) и стандартного отклонения (s), определение фоновых и аномальных значений >(x+s); 10) построение графиков и профилей; 11) сопоставление гидрогеологических и структурно-тектонических условий; гидрогеологическая оценка локальных тектонических структур; изучение влияния структурно-тектонического фактора на формирование гидрогеологических аномалий; 12) оценка перспектив нефтегазоносности локальных объектов по структурно-гидрогеологическим углеводородногазовым аномалиям.

**Структурно-геохимический анализ** основан на взаимосвязи формирования аномальных геохимических полей различных ингредиентов со структурно-тектоническим положением и геодинамическими условиями.

При геохимических исследованиях с разными целями (в данном случае на примере геохимических поисков нефти и газа – ГПНГ) основным объектом изучения являются геохимические поля, а основная задача – выявление аномальных полей (картирование), а затем их генетическая диагностика. В основу интерпретации данных положен принцип аномалийности, согласно которому при оценке содержаний компонентов в пробах учитываются не столько абсолютные величины, сколько превышения над фоном, существующим в исследуемом районе. Обработка геохимических данных проводилась по принципиальной схеме, разработанной ВНИИЯГГ с некоторым усовершенствованием.

На начальном этапе обработки данных решается задача контроля качества измерения гидрогеологической и геохимической информации, которая проводилась по стандартной методике основанной на выяснении относительной погрешности анализов. Систематизация исходных данных по гидрогеологическим и геохимическим объектам состоит из составления каталогов различных анализов по родникам, водотокам, скважинам, шурфам (банки данных); вычисления геохимических коэффициентов; установления типа вод и принадлежности водопунктов к различным водоносным комплексам (применялся кластерный анализ и гидрохимический способ). На следующем этапе производится выделение факторов контролирующих концентрации ингредиентов с помощью однофакторного дисперсионного анализа; с учетом факторов выделяются объекты, максимально приближенных к условиям однородной среды; задача исключения влияния неоднородностей среды решается путем нормирования значений показателей (деления их значений на среднее значение по каждой совокупности). Задача картирования гидрогазобиохимических и геохимических показателей заключается в установлении их значений на топокарте и построение карт распределения показателей в изолиниях.

Задача выделения аномальных полей концентраций (ПКА) подразумевает изучение структуры геохимического поля концентраций (ПК) с целью нахождения границы между нормальными и аномальными значениями поля; в качестве исходного материала для решения этой задач используются карты распределения геохимических показателей, построенные в изолиниях с использованием компьютерной техники. Разделение исходных данных геохимического поля на нормальное и аномальное поле производится по формуле (2):

$$\mathbf{\Phi = x \pm s}, \qquad (2)$$

где Ф – фон (нормальное поле), x – среднее арифметическое, s – стандартное отклонение.

При ПК > (x+s) поле считается аномальным. Достоверность оконтуренных (сгруппированных) ПКА (аномалий) оценивается путем сравнения параметров распределения полеобразующего ингредиента в рамках аномального и нормального поля и проверялась на уровне значимости 95 % по t – критерию Стьюдента. Количественная оценка степени надежности

выявленных аномалий проводится с помощью коэффициента гетерогенности ПК по формуле (3):

$$\varphi = t_{выч} / t_{критич} (g=0,005f), \quad (3)$$

где g – уровень значимости, f – число степени свободы. В случае значимой аномалии φ>1, причем степень ее надежности будет тем больше, чем значительнее отличие от единицы [5].

Интерпретация и анализ генетических особенностей геохимических полей и генетической природы аномалий является наиболее сложным актом. В основу их была положена комплексная обработка геохимических и гидрогеологических данных (системный анализ), включающая установление пространственных визуальных и статистических связей выделенных ПКА между собой (факторный анализ) и ее структурно-тектоническими условиями площади, интенсивностью неотектонических движений, разрывной тектоникой, структурой региональных ПК индикаторов глубинности – гелия, хлор-иона и особенностями геологического строения площади.

Для комплексной интерпретации геохимических показателей и оценки перспектив нефтегазоносности территории разработана методика выделения перспективных геохимических аномалийных зон (участков) способом равнозначных градаций. Подобная схема с использованием «квартилей» была разработана во ВНИИЯГГе. В наших работах эта схема модернизирована для реального прогноза нефтегазоносности локальных объектов.

Построение схемы перспектив нефтегазоносности способом равнозначных градаций и ее анализ включают следующие операции: 1) определение оптимального набора информативных (прямых) показателей; 2) разделение показателей на одинаковые градации (баллы) по каждому виду, независимо от их размерности, исходя из закона нормального распределения. Конкретное значение отдельной градации устанавливается для каждого показателя статистическим путем, для этого определяется среднее значение показателя (среднеарифметическое – x, медиана – Me и мода – Mo) и стандартное отклонение (s). Устанавливается 6 градаций: 1балл – менее (x-s) или < Mo; 2 балл – от (x-s) до x; 3 балл – от x до (x+s); 4 балл – от (x+s) до (x+2s); 5 балл – от (x+2s) до (x+3s); 6 балл – более (x+3s); 3) нанесение на всю площадь прямоугольной сетки 4 x 4 км (2 x 2 см в масштабе 1:200 000) с нанесением значений геохимических показателей; 4) оценка квадратов площадью 16 км$^2$ по каждому показателю (с учетом наиболее объективных дискретных и средних значений геохимических показателей в квадрате) с отнесением значений к центру квадратов; 5) расчет суммарного балла по группе показателей; 6) расчет статистических параметров суммарного балла; 7) выбор градаций и проведение изолиний по расчетному суммарному баллу способом интерполяции рациональными дробями; 8) анализ схемы равнозначных градаций и расчетная оценка перспектив локальных объектов.

С целью выяснения влияния природных факторов на формирование геохимических аномалий проводится факторный анализ по различным геохимическим и гидрогазобиохимическим показателям и параметрам

природной и техногенной обстановки в различных районах. Анализируя вклад этого фактора по территории, отмечается, что точки с высокой нагрузкой сконцентрированы в пределах большинства геохимических аномалий, пространственно совпадающих с локальными положительными структурами. Этот факт подтверждает их эпигенетическую природу и определяет их перспективность.

**Прикладные аспекты в решении задач инженерной, экологической, поисковой геологии и геологической безопасности**

Прикладная часть Учения о ГАЗ состоит из трех крупных разделов:

1) изучение природных систем (изучение связи геодинамических зон с другими зонами, полями, аномалиями, месторождениями и др.);

2) изучение природно-технических систем (изучение связи геодинамических зон с техногенно-преобразованными природными и урбанизированными условиями и сооружениями);

3) решение прикладных задач (прогноз). В настоящее время обозначились четыре основных прикладных направления связанных с минерагенической, гидрогеологической, инженерно-геологической и экологической ролью геодинамических активных зон.

**Основные задачи Учения о ГАЗ на ближайшее время и перспективу:**

1) сейсмологические задачи – выявление сейсмогенерирующих структур, районирование территорий по сейсмической опасности [18, 49];

2) минерагенические задачи – изучение влияния геодинамических зон на формирование месторождений полезных ископаемых и их поиски, особенно перспективным по геодинамическим критериям являются поиски углеводородов, рудных ископаемых, алмазов, подземных вод [5, 15, 29, 35, 36, 44, 46, ];

3) гидрогеологические задачи – изучение закономерностей движения подземных вод, влияния геодинамических зон на распределение подземного стока и формирование водообильных зон [16, ];

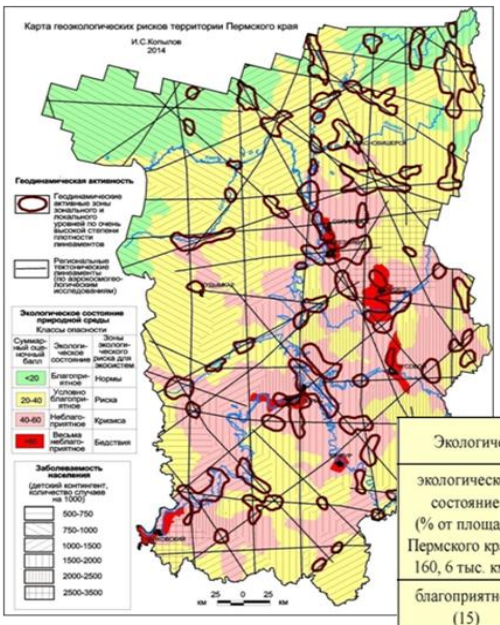
4) инженерно-геологические задачи – изучение влияния геодинамических зон на инженерно-геологические условия и строительные сооружения; оценка геологических рисков и опасностей, связанных с проектированием и эксплуатацией объектов повышенного уровня ответственности и экологической опасности; изучение геологической безопасности городов; обоснование безопасного ведения горных работ и промышленного освоения месторождений полезных ископаемых [7-9, 10, 17, 19-22, 26, 30, 37-39, 43, 47, 50 ];

5) экологические задачи – изучение влияния геодинамических зон на окружающую среду и человека; выявление геопатогенных зон, обусловленных геодинамической активностью [6, 9, 10, 13-15, 33, 34].

**Геоэкологическая и инженерно-геологическая роль геодинамических активных зон**

ГАЗ играют важнейшую роль в формировании геоэкологических и инженерно-экологических условий, что доказано многими исследованиями, в т. ч. нашими. ГАЗ отчетливо проявляются в различных геофизических, геохимических, гидрогеологических полях. Особенно сильно повышенная

геодинамическая активность влияет на формирование аномальных геохимических полей, определяющих геоэкологические условия территорий и влияющих на здоровье человека (рис. 7). Установлена тесная пространственная и статистическая корреляционная связь ГАЗ с различными геохимическими аномалиями практически по всем компонентам природно-геологической среды [14].




**Геопространственный анализ территории Пермского края по зонам геодинамической активности и экологическим рискам – показывает зависимость экологических обстановок от степени геодинамической активности**

**Установлено:**

***В зонах экологической нормы (зеленый цвет) и риска (желтый) – самый низкий % площади геоактивных зон – 5 и 8%.***
***В зонах экологического кризиса (розовый цвет) и бедствия (красный) – самый высокий % площади геоактивных зон – 18 и 69 %.***

| Экологическое состояние природной среды | | | Геодинамические активные зоны (ГАЗ) | | | Общая заболеваемость населения (кол-во случаев на 1000) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| экологическое состояние (% от площади Пермского края – 160, 6 тыс. км$^2$) | зоны экологического риска для экосистем | средний оценочный балл экологического состояния | количество | общая площадь ГАЗ, км$^2$ | % площади ГАЗ от общей площади | |
| благоприятное (15) | нормы | 18,8 | 6 | 1290 | 5 | < 1000 |
| условно благоприятное (47) | риска | 30,9 | 20 | 5828 | 8 | 1000-1500 |
| неблагоприятное (35) | кризиса | 43,4 | 28 | 10175 | 18 | 1500-2000 |
| весьма неблагоприятное (3) | бедствия | 63,0 | 6 | 3342 | 69 | 2000-3500 |

**Геоэкологическая характеристика геодинамических активных зон**

Рис. 7. Оценка влияния геодинамических активных зон на геоэкологическую обстановку Пермского края и здоровье населения

На основании приведенных примеров, а также огромного количества других аналогичных фактов, можно определить основную геоэкологическую роль геодинамических активных зон в следующем: выявление и прогнозирование перемещений вещества Земли; формирование геохимических аномалий; оценка загрязнения земных оболочек и территорий; выявление геопатогенных зон; активное формирование геоэкологических условий регионов и, следовательно – рассмотрение в качестве одного из ведущих критериев для комплексной геоэкологической оценки и районирования территорий; выявление геоэкологических особенностей природных и урбанизированных территорий, городов, различных объектов в целях оценки геологической и экологической безопасности планируемой хозяйственной деятельности.

*Работа выполнена при финансовой поддержке со стороны Минобрнауки России в рамках базовой части государственного задания № 2014/153 № 269 в сфере научной деятельности.*

## *Библиографический список*


*1. Зоненшайн Л.П., Савостин Л.А. Введение в геодинамику. М.: Недра, 1979. 311 с.*

*2. Ибламинов Р.Г. Основы минерагеодинамики. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2001. 220 с.*

*3. Ибламинов Р.Г. Минерагения (основы минерагеодинамики): учеб. пособие. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2015. 322 с.; ил.*

*4. Копп М.Л., Вержбицкий В.Е., Колесниченко А.А., Копылов И.С. Новейшая динамика и вероятное происхождение Тулвинской возвышенности (Пермское Приуралье) // Геотектоника. 2008. № 6. С. 46-69.*

*5. Копылов И.С. Анализ результатов и перспективы нефтегазопоисковых аэрокосмогеологических исследований Пермского Приуралья // Вестник Пермского университета. Геология. 2015. №4(29). С. 70-81.*

*6. Копылов И.С. Аномалии тяжелых металлов в почвах и снежном покрове города Перми как проявления факторов геодинамики и техногенеза // Фундаментальные исследования. 2013. № 1-2. С. 335-339.*

*7. Копылов И.С. Аэрокосмогеологические методы для оценки геодинамической опасности на закарстованных территориях // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 6. С. 14-19.*

*8. Копылов И.С. Аэрокосмогеологические исследования на трассах нефтегазопроводов для оценки инженерно-геологических условий и геодинамической активности // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. Пермь, №15. 2015. С. 157-162.*

*9. Копылов И.С. Влияние геодинамики и техногенеза на геоэкологические и инженерно-геологические процессы в районах нефтегазовых месторождений Восточной Сибири // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 3.*

*10. Копылов И.С. Геодинамические активные зоны Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей и их влияние на инженерно-геологические условия // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 5.*

*11. Копылов И.С. Геодинамические активные зоны Пермского Приуралья на основе аэрокосмогеологических исследований // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2010. № 10. С. 14-18.*

*12. Копылов И.С. Геодинамические активные зоны Приуралья, их проявление в геофизических, геохимических, гидрогеологических полях // Успехи современного естествознания. 2014. № 4. С. 69-74.*

*13. Копылов И.С. Геологические факторы формирования геоэкологических условий // Исследования в области естественных наук. 2015. № 6.*

*14. Копылов И.С. Геоэкологическая роль геодинамических активных зон // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 7. С. 67-71.*

*15. Копылов И.С. Геоэкология нефтегазоносных районов юго-запада Сибирской платформы. Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т. 2013. 166 с.*

*16. Копылов И.С. Гидрогеологическая роль геодинамических активных зон // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 9-3. С. 86-90.*

*17. Копылов И.С. Инженерно-геологическая роль геодинамических активных зон // Успехи современного естествознания. 2014. № 5-2. С. 110-114.*

*18. Копылов И.С. Линеаментно-блоковое строение и геодинамические активные зоны Среднего Урала // Вестник Пермского университета. Геология. 2011. № 3. С. 18-32.*

*19. Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ на закарстованных территориях Нижегородской области // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. № 7-2. 2016. С. 241-246.*

*20. Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6.*

*21. Копылов И.С. Методология и принципы оценки геодинамической активности // Успехи современного естествознания // Международный журнал экспериментального образования. 2015. №8-3. С.406-407.*

*22. Копылов И.С. Методы и технологии выявления геодинамических активных зон при разработке калийных месторождений для обоснования безопасного ведения горных работ // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 4. С. 38-43.*

*23. Копылов И.С. Научно-методические основы геоэкологических исследований нефтегазоносных регионов и оценки геологической безопасности городов и объектов с применением дистанционных методов // автореферат дис. ... доктора геолого-минералогических наук: 25.00.36 / Уральский государственный горный университет. Пермь, 2014. 48с.*

*24. Копылов И.С. Неотектонические и геодинамические особенности строения Тимано-Печорской плиты по данным аэрокосмогеологических исследований // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2012. № 6. С. 341-351.*

*25. Копылов И.С. Основные фундаментальные и прикладные направления в изучении геодинамических активных зон // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 8-1. С. 82-86.*

*26. Копылов И.С. Оценка современной геодинамики и неотектоники аэрокосмогеологическими методами на месторождениях калийных солей // Глубинное строение, геодинамика, тепловое поле Земли, интерпретация геофизических полей. Восьмые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича: материалы конференции. Екатеринбург: УрО РАН, 2015. С.189-193.*

*27. Копылов И.С. Поиски и картирование водообильных зон при проведении гидрогеологических работ с применением линеаментно-геодинамического анализа // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 93. С. 468-484.*

*28. Копылов И.С. Подземные воды западного склона Среднего Урала и их перспективы для водоснабжения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 6. С. 460-464.*

*29. Копылов И.С. Применение аэрокосмических методов для оценки активности неотектонических блоков и картирования палеодолин при прогнозировании алмазоносности // Россыпи и месторождения кор выветривания: изучение, освоение, экология. Материалы XV Междунар. совещания по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. Пермь, 2015. С.109-110*

*30. Копылов И.С. Проведение линеаментно-геодинамического анализа Горного Алтая и трассы проектируемого газопровода «Алтай» // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 8-3. С.398.*

*31. Копылов И.С. Структурно-гидрогеологический анализ при оценке геодинамической активности Нижнеканского гранитоидного массива // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. 2016. № 19. С. 356-361.*

*32. Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4.*

*33. Копылов И.С., Даль Л.И. Изучение геопатогенных зон дистанционными методами // Международный журнал экспериментального образования. 2016. № 5-2. С. 173.*

*34. Копылов И.С., Даль Л.И. Роль геологических факторов в формирования геопатогенных зон и геоэкологической обстановки // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 12-2. С.221-222.*

35. *Копылов И.С., Козлов С.В. Неотектоническая модель нафтидогенеза и минерагеническая роль геодинамических активных зон // Вестник Пермского университета. Геология. 2014. № 1 (22). С. 78-88.*

36. *Копылов И.С., Коноплев А.В. Геологическое строение и ресурсы недр в атласе Пермского края // Вестник Пермского университета. Геология. 2013. № 3 (20). С. 5-30.*

37. *Копылов И.С., Коноплев А.В. Методология оценки и районирования территорий по опасностям и рискам возникновения чрезвычайных ситуаций как основного результата действия геодинамических и техногенных процессов // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1.*

37. *Копылов И.С., Коноплев А.В. Оценка геодинамического состояния Талицкого участка Верхнекамского месторождения калийных солей на основе ГИСтехнологий и ДДЗ // Геоинформатика. 2013. № 2. С. 20-23.*

39. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Голдырев В.В., Кустов И.В., Красильников П.А. К вопросу об обеспечении геологической безопасности развития городов // Фундаментальные исследования. 2014. № 9-2. С. 355-359.*

40. *Копылов И.С., Ликутов Е.Ю. Структурно-геоморфологический, гидрогеологический и геохимический анализ для изучения и оценки геодинамической активности // Фундаментальные исследования. 2012. № 9-3. С. 602-606.*

41. *Ликутов Е.Ю., Копылов И.С. Комплексирование методов изучения и оценки геодинамической активности // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2013. №4. С. 125-133.*

42. *Лобацкая Р.М., Кофф Г.Л. Разломы литосферы и чрезвычайные ситуации. М.: Российское экологическое федеральное информационное агентство. 1997. 196 с.*

43. *Михалев В.В., Копылов И.С., Быков Н.Я. Оценка геологических рисков и техно-природных опасностей при освоении нефтегазоносных районов на основе аэро-космогеологических исследований // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2005. № 5-6. С. 76-77.*

44. *Наумов В.А., Копылов И.С., Оборин В.В. Геохимические аномалии урана и перспективы его поисков в Вятско-Камском Приуралье // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. Пермь, № 15, 2015. С. 74-79.*

45. *Николаев Н.И. Новейшая тектоника и геодинамика литосферы. М.: Недра, 1988. 491 с.*

46. *Оборин В.В., Копылов И.С. Климатогеохронологическая история неоплейстоцена севера Пермского Предуралья и ее связь с неотектоническими движениями, трансгрессивными и регрессивными циклами // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. Пермь, № 15. 2015. С. 83-90.*

47. *Осовецкий Б.М., Копылов И.С. О влиянии структуры аллювиальных крупнообломочных грунтов на их инженерно-геологические свойства // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6.*

48. *Структурная геология и тектоника плит: в 3-х томах. Т.1. Пер. с англ. / Под ред. К. Сейферта. М.: Мир, 1990. 315 с. ил.*

49. *Уломов В.И. Об инженерно-сейсмологических изысканиях в строительстве // Инженерные изыскания. № 9. 2009. С. 28-39.*

50. *Kopylov I.S., Kovin O.N., Konoplev A.V. Forecasting of geodynamic hazards at potash mines using remote sensing data: acase study of the Tubegatan deposit, Uzbekistan // 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015, www.sgem.org, SGEM2015 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-33-9 / ISSN 1314-2704, June 18-24, 2015, Book1 Vol. 3, 305-312 pp DOI: 10.5593/SGEM2015/B13/S3.040.*

UDC 551.24 + 624.131

**O.N. Kovin, I.S. Kopylov, A.V. Konoplev**
Естественнонаучный институт, Пермский государственный
национальный исследовательский университет

# FORECASTING OF GEODYNAMIC HAZARD ON THE POTASSIUM SALT DEPOSITS AND MINES ON THE BASIS OF REMOTE AEROSPACE GEOLOGICAL RESEARCH

*The methodology of estimation and forecasting of geodynamic dangerous areas for existing and projected potash mines and the identification of geodynamic active zones may be based on a systematic lineament-geodynamic analysis using geological analysis of remote aerial and satellite imaginary information integrated with geophysical, structural-geomorphologic, hydro-geological, geochemical, and biological methods. This methodology was tested on Verkhnekamskoye deposit, which is well studied by various geological and geophysical methods. Presented technique of identification of geodynamic active zones was applied on Zhiljanskoye (Republic of Kazakhstan) and Tubegatangskoye (Republic of Uzbekistan) deposits of potash salts.*

*Keywords: neotectonics, geodynamic active zones, potash mines, remote sensing, photo-interpretation.*

**О.Н. Ковин, И.С. Копылов, А.В. Коноплев**
Natural Sciences Institute, Perm State University

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ И РУДНИКАХ НАОСНОВЕ АЭРОКОСМОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*Основой методологии оценки и прогнозирования геодинамической опасности районов действующих и проектируемых калийных рудников и выделения геодинамических активных зон может быть системный линеаментно-геодинамический анализ на основе дистанционных аэрокосмогеологических исследований в комплексе с геофизическими, структурно-геоморфологическими, гидрогеологическими, геохимическими и биологическими методами. Методика исследований была отработана на Верхнекамском месторождении – наиболее хорошо изученном различными геолого-геофизическими методами, а также применена на Жилянском месторождении калийных солей (Республика Казахстан) и Тюбегатанском месторождении калийных солей (Республика Узбекистан).*

*Ключевые слова: неотектоника, геодинамические активные зоны, калийные рудники, дистанционные исследования, интерпретация космических снимков.*

© . . Ковин, И.С. Ко ов, А.В. Коно ев, 2016

As a result of insufficient geodynamic studies or improper mining operation more than 80 potash mines were flooded for past 150 years: more than 30 in Germany, 6 in Canada, 2 in Russia (Perm Kraj). In result of accidents, two mines of one of the world's largest Verkhnekamskoye potassium and magnesium salts deposit were flooded in 1986 and 2006 respectively. It was established that the majority of accidents in the mines happen in conditions of high geodynamic activity of rock massif, accompanied by high rock fracturing. The methodology of estimation and forecasting of geodynamic dangerous areas for existing and projected potash mines and the identification of geodynamic active zones may be based on a systematic lineament-geodynamic analysis using geological analysis of remote aerial and satellite imaginary information integrated with geophysical, structural-geomorphologic, hydro-geological, geochemical, and biological methods [2].

This methodology was tested on Verkhnekamskoye deposit, which is well studied by various geological and geophysical methods. This deposit has a complex geological structure and dangerous mining conditions, due to the high degree of tectonic fracturing, significant water saturation of overlying rocks and high karst potential. As a rule, these phenomena are present in varying degrees through all the deposit [1, 4, 6]. According to regional geodynamic mapping at 1:500 000 scale, it was established that the territory of Verkhnekamskoye deposit is within a geodynamic regional active zone with an area of more than 1000 km$^2$. Results of zoning of this area at 1:100 000 scale allowed to indicate more than 50 geodynamic active local zones of size from 2 to 15 km. Detailed geological remote imaginary studies at 1:25 000 scale, for which an interpretation of digital satellite images was conducted, allowed identify the geodynamic active zones of up to 1 km of size. Some of them have good spatial correlation with zones of low gravity anomalies and with zones of high permeability detected by electrical survey. Using complex criteria of geodynamic assessment, geoinformatic modeling was conducted and the map of the anomalous geodynamic conditions was created. The results of this study were used for planning of development of two new mines.

Presented technique of identification of geodynamic active zones was applied on Zhiljanskoye (Republic of Kazakhstan) and Tubegatangskoye (Republic of Uzbekistan) deposits of potash salts [3, 5]. Previously, the methods of geological remote imaginary studies have been poorly used at these areas, therefore, the interpretation of remote sensing data was implemented at several (5-8) generalization levels at scale range from 1:10,000,000 to 1:1,00,000 for large areas (hundreds of thousand km$^2$) until the detailed study at scale from 1:50,000 to 1:25,000 in the area of mining lease. There were conducted the lineament-geodynamic analysis and geodynamic zoning, and identification of local anomalous zones with high density of tectonic fracturing representing a potential danger for the mining operation at deposits. This is especially important for development of Tubegatangskoye deposit, where in the end of 2012 Dehkanabad mine experienced sadden influx of brines in the mineshaft, which was handled with great difficulty. According to the results of large-scale geological interpretation of remote images in the area 10 local geodynamic active zones were identified. The largest anomaly of 4,3 km$^2$, which coincides with accident location, is indicated in the northern edge of the central part

of deposit. Using the results of GIS analysis at scale 1:10,000 this zone was divided into 11 areas of 0,01 to 0,06 km$^2$. These areas present the most active geodynamic zones, which impose the greatest danger for mine operation. These zones were also confirmed by field-based observations and results of geophysical investigations. It was recommended to exclude these areas from development of the minefield and suggested the location of more favorable sites for the ore extraction [Figure ].

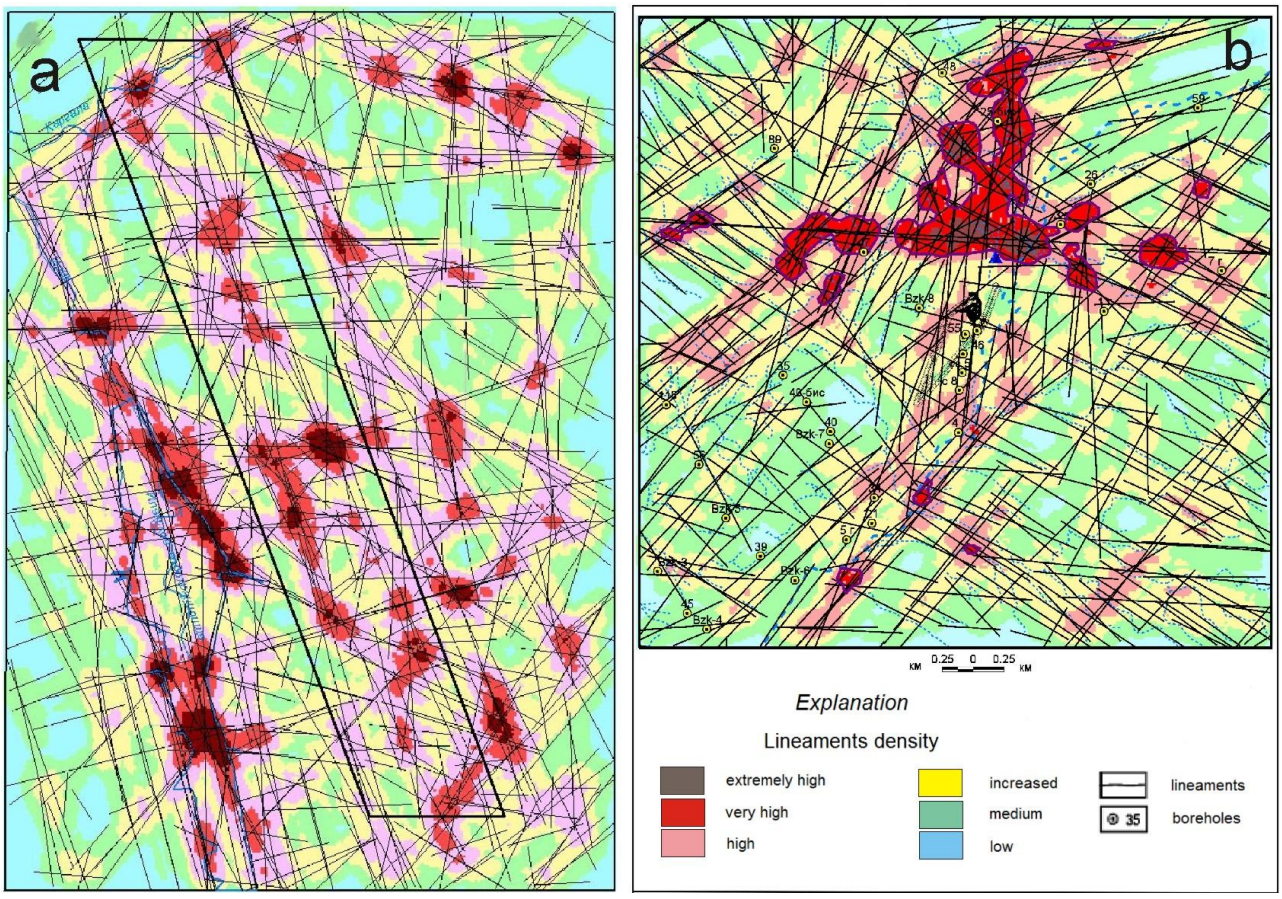



Figure. Maps of lineament density within deposit area at 1:50 000 scale:
a – Zhiljanskoye (Kazakhstan), b – Tubegatangskoye (Uzbekistan)
deposits of potash salts

According to the results of geological analysis of remote images, all the investigated regions (Ural, Siberia, Far East, Middle Asia) have a high spatial correlation of geodynamic active zones with geophysical, geochemical and hydrogeological anomalies, exposure of adverse geological processes and soil conditions, increase of intensity of dangerous natural and technogenic processes. The leading role of geodynamic active zones in the formation of the geological, hydrogeological, engineering-geological and geo-ecological conditions was confirmed.

## References

*[1] Kovin O., Mapping of evaporite deformation in a potash mine using ground penetrating radar: Upper Kama deposit, Russia. Journal of Applied Geophysics, 74, pp 131-141, 2011.*

*[2] Kopylov I.S., Methods and technologies of geodynamic zonation for safe mine operation at potash deposits. Sovremennye naukoyomkie tekhnologii, 4, pp 38-43, 2014. (in Russian).*

*[3] Kopylov I.S. The forecast and an estimation of geodynamic danger on deposits of potassium salts and mines // International Scientific Conference «Education and science without borders» (Germany, Munich, 2013). International Journal of Applied and Fundamental Research. 2013. № 2. URL: www.science-sd.com/455-24368 (23.12.2013).*

*[4] Kopylov I.S., Konoplev A.V., Assessment of geodynamic conditions at the Talitskiy field of the Upper Kama potash deposit on base of GIS technology and remote sensing data. GeoInformatika, 2, pp20-23, 2013. (in Russian)*

*[5]. Kopylov I.S., Kovin O.N., Konoplev A.V. Forecasting of geodynamic hazards at potash mines using remote sensing data: acase study of the Tubegatan deposit, Uzbekistan // 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015, www.sgem.org, SGEM2015 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-33-9 / ISSN 1314-2704, June 18-24, 2015, Book1 Vol. 3, 305-312 pp DOI: 10.5593/SGEM2015/B13/S3.040.*

*[6] Kudryashov, A.I., Upper Kama (Verkhnekamskoye) salt deposite. Mining Institute of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Perm, Russia, 2001. (in Russian).*

УДК 502/504

**Б.Н. Бакытжанова, Т.Т. Сейтеков**
г. Атырау, г. Уральск, Республика Казахстан

# ГЕОЭКОЛОГИЯ КАЗАХСТАНА И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ПРИРОДЫ

*Приведено геоэкологическое районирование Республики Казахстан, выделены 20 геоэкологических регионов. Охарактеризовано экологическое состояние, обоснованы мероприятия по охране природы. Рассмотренные регионы экологического риска геосистем Казахстана позволяют очертить круг важнейших научно-практических задач в области оптимизации природной среды конкретных природно-антропогенных геосистем.*

Ключевые слова: геоэкология, районирование, экологический риск, мероприятия по охране природы, Казахстан

**B.N. Bakytzhanova, T.T. Satekov**
Atyrau, Uralsk, Republic of Kazakhstan

# GEOECOLOGY OF KAZAKHSTAN AND ENVIRONMENT PROTECTION

*Geoenvironmental zoning of the Republic of Kazakhstan is given, 20 geo-environmental provinces selected. Environmental condition are characterized. Activities for nature protection are justified.*

*Keywords: geoecology, zoning, environmental risk, environment protection, Kazakhstan.*

## *Введение*

Экологическая ситуация постепенно становится все более значимым фактором развития, влияющим на все сферы политического и экономического благополучия государства. В третьем тысячелетии мир изменяется все более быстрыми темпами, причем совместные действия государств по защите окружающей среды зачастую отстают от экономических и социальных изменений. Постепенно в экономику стран-членов СНГ проникают экологические стандарты развитых стран.

Площадь Казахстана составляет 2724,9 тыс. км$^2$. Протяженность с запада на восток – 3000 км – от Каспийского моря и низовьв Волги до Алтая и Китая, с севера на юг – 1700 км – от южной части Западно-Сибирской равнины и отрогов Уральских гор до хребтов Тянь-Шаня и пустыни Кызылкум. Территория Казахстана лежит в центральных и южных широтах умеренного

© . . ак анова, . . Се еков, 2016

пояса, а крайний юг его заходит в полосу, переходящую к субтропикам. Общая протяженность границ республики составляет 12187 км, в том числе: с Российской Федерацией – 6467 км, Республикой Узбекистан – 2300 км, Китаем – 1460 км, Кыргызской Республикой – 980 км, Туркменистаном – 380 км, по Каспийскому морю – 600 км.

Геоэкологическое районирование Республики Казахстан позволяет выявить регионы риска опасности экологической дестабилизации природной среды. Под экологическим риском понимается вероятность неблагоприятных для экологических ресурсов последствий любых (преднамеренных или случайных, постепенных и катастрофических) антропогенных изменении и факторов [10]. Принципы и методология интегральной геоэкологической оценки являются универсальными, применяются в регионах с различными природными и техногенными условиями, имеют большое значение для их рационального природопользования [1-8].

Большое значение для геоэкологической оценки играют природные – геологические факторы тектонические нарушения, неотектонические движения, сейсмическая и геодинамическая активность [3, 6, 9].

На территории Казахстана выделяют следующие геоэкологические провинции [11-13] с катастрофическим и критическим уровнями нарушения экологического состояния природной среды.

**Регионы с катастрофическим уровнем экологической дестабилизации природной среды**

***1. Акватория и осушившееся дно Аральского моря (Северо-Приаральская провинция)***

*Экологическое состояние.* Гибель экосистемы Аральского моря. В 1990 г. почти полное прекращение притока речной воды (в 1%0 г. - 57,7 км/год), понижение уровня водоема на 16 *м,* сокращение площади водной поверхности с 66,0 тыс. км до 26,7 тыс. км, увеличение солености воды с 10 до 46 г/л. Формирование на высохшем дне моря солончаковой неопустыни: пылесолевые бури выносят более 1 млн. т соли в год. Превышение показателей ПДЭН по всем компонентам природной среды; загрязнение воздуха, *воды,* почвы, гибель биоты. Массовые заболевания людей из-за недоброкачественной питьевой воды или ее отсутствия.

*Мероприятия по охране природы.* Восстановление Аральского моря как геосистемы в прежних (1960 г.) параметрах невозможно, т.к., экологические изменения приобрели необратимый характер. Это планетарная экологическая катастрофа. Решение проблемы возможно лишь на основе Международной программы спасения Аральского моря. Необходимо комплексное научное изучение природно-антропогенной среды всего бассейна рр. Сырдарьи, Амударьи и Приаралья. Основная задача – стабилизация Арала на современном уровне, разделение сокращающейся акватории с помощью дамб на цель водохранилищ. Варианты переброска морской воды из Каспийского моря по водоводу с помощью насосных станций; межбассейновая переброска части стока р. Оби в регион Центральной Азии на основе государственных соглашений. Из первоочередных мер: строгое регулирование норм

водопользования и полива земель, сброс дренажных вод и увеличение попусков речной воды в Арал. Социальная защита населения Приаралья, искусственное дождевание, опреснение минерализованных вод и др.

***2. Территория бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона (Чингизтауская провинция)***

*Экологическое состояние.* На территории Семипалатинского ядерного полигона с 1949по 1991 гг. произведено 470 атомных взрывов (с 1963 г. – только подземные). Площадь полигона около 900 тыс. га (1946 г.). Однако радиоактивное загрязнение природной среды охватило значительно большую территорию сопредельных областей Казахстана и России. Непосредственно в зоне полигона: изъятие всех земельных угодий из хозяйственного использования на десятки лет. Наиболее опасные радиоактивные изотопы: стронций-90, цезий-137. Более подробные сведения о полигоне в печати отсутствуют.

*Мероприятия по охране природы.* Решение проблемы экологического бедствия – на основе закона Республики Казахстан «О социальной защите граждан, пострадавших вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне» (18.12.1992 г.). Всестороннее изучение последствий ядерных испытаний на основе Международной программы. Восстановление природной геосистемы на основе рекультивации нарушенных земель. Социально-экономические и правовые льготы населению, пострадавшему от испытаний. Массовая диспансеризация и лечение населения, проживающего вблизи полигона. Тщательный контроль за использованием каких-либо видов природных ресурсов из зоны экологического бедствия.

***3. Промышленный район Рудного Алтая (Западно-Алтайская горная провинция)***

*Экономическое состояние.* Мощная концентрация гигантских предприятий цветной металлургии в агломерации гг. Усть-Каменогорска, Зыряновска, Риддера и примыкающих к ним рудников. Неблагоприятные природно-климатические условия, приземные температурные инверсии, штили, туманы усугубляют загрязнение окружающей среды. Загрязнение атмосферного воздуха, воды, почв выбросами свинца, цинка, меди, ртути, мышьяка, кадмия и др. Всего насчитывается около 100 загрязнителей, в т.ч. наиболее опасных для здоровья людей тяжелых металлов (иммунная, кроветворная, сердечно-сосудистая системы). Накоплено около 1 млрд. т техногенных отходов. Аккумуляция тяжелых металлов (свинца, кадмия) в продукции сельского хозяйства.

*Мероприятия по охране природы.* Зона экологического бедствия на территории Восточно-Казахстанской области. Уменьшение мощности и перепрофилирование предприятий цветной металлургии, оборудование их совершенными очистными сооружениями, внедрение безотходных технологий. Строгий контроль за соблюдением экологических нормативов качества окружающей среды. Реконструкция и перебазирование промышленных предприятий, совершенствование технологических процессов в цветной металлургии и горнодобывающей промышленности. Принятие

Государственной программы по оздоровлению экологической обстановки на Рудном Алтае. Повсеместная массовая диспансеризация населения. С учетом неблагоприятных природно-климатических условий региона возможно закрытие или перепрофилирование промышленных предприятий.

**Регионы с критическим уровнем экологической дестабилизации природной среды** [11, 12].

***4. Восточное Приаралье (Нижне-Сырдарьинская провинция)***

*Экологическое состояние.* Загрязнение атмосферного воздуха в результате пылесолевого выноса из котловины Аральского моря. Бесконтрольное загрязнение р. Сырдарьи промышленно-бытовыми отходами, минеральными удобрениями и пестицидами. Многократное превышение ПДК содержания в воде хлоридов, сульфатов, нитратов, нитритов. Непригодная для питья вода вызывает желудочно-кишечные заболевания.

*Мероприятия по охране природы.* Восстановление нормального уровня чистоты атмосферного воздуха и водных ресурсов на основе совершенствования технологии производства, очистки сточных вод. Обеспечение действенных мер по охране водных ресурсов всего бассейна р. Сырдарьи на основе Межгосударственной программы (Международный фонд спасения Арала).

**5. *Шымкентский промышленный узел (Присырдарьинская провинция)***

*Экологическое состояние.* Очень сильное загрязнение атмосферного воздуха промышленными выбросами: свинец, цинк, азот, углеводороды, кремниевая пыль, асбест и др. В почве – мышьяк, свинец, кадмий, загрязнение р. Бадам.

*Мероприятия по охране природы.* Безотходная технология, оборудование предприятий совершенными очистными сооружениями. Частичное перепрофилирование промышленных предприятий, выведение отдельных из них за черту города. Озеленение промышленно-жилой зоны, строгий контроль за состоянием окружающей среды,

***6. Балхашский промышленный узел (Северо-Прибалхашская провинция)***

*Экологическое состояние.* Загрязнение атмосферного воздуха Балхашским комбинатом «Казахмыс». Преобладают газовые выбросы свинца, молибдена, меди, серы. Отвалы, штаммы и сточные воды загрязняют оз. Балхаш (медь, свинец, цинк мышьяк, фтор, сульфаты, хлориды и пр.). Огромные отвалы Коунрадского рудника (глубина карьера - до 400 м). Загрязнение атмосферного воздуха рудничной пылью.

*Мероприятия по охране природы.* Дальнейшее совершенствование технологии безотходного производства, апробированной на Прибалхашском ТПК: утилизация сернистого ангидрида, флотация методом выщелачивания меди, использование шлаков и штаммов в строительной индустрии и др. Недопущение выпуска промышленных стоков в оз. Балхаш. Озеленение, рекультивация горнопромышленных отвалов ишламохранилищ.

***7. Темиртауский промышленный узел (Ерейментау-Баянаульская провинция)***

*Экологическое состояние.* Загрязнение атмосферного воздуха промышленными газами предприятий черной металлургии (комбинат «Испат-Кармет»), химической промышленности: пыль, окислы азота, серы и др. Очень сильное загрязнение р. Нуры сточными водами завода синтетического каучука: содежание ртути в воде в 2-8, в почве в 8 раз выше ПДК.

*Мероприятия по охране природы.* Внедрение передовой технологии безотходного производства, с улавливанием отходящих газов металлургического и химического производства. Совершенствование очистных сооружений, оборотное водоснабжение. Предотвращение загрязнения р. Нуры и Саркандского водохранилища. Лесопосадки и защитные зеленые зоны. В перспективе – переселение жителей за пределы промышленной зоны.

***8. Карагандинский промышленный район (Ерментау-Баянаульская провинция)***

*Экологическое состояние.* Загрязнение атмосферы пылью, золой предприятий угольной промышленности. Техногенные просадки грунта в результате строительства шахт, разрезов. Терриконы горной породы – источники загрязнения пылью почв и водных ресурсов. Нарушение водоносных горизонтов подземных вод в процессе добычи каменного угля.

*Мероприятия по охране природы.* Утилизация отходов угледобычи и углеобогащения в строительной и дорожной индустрии. Рекультивация нарушенных земель, терриконов, отвалов, с возможной засыпкой пустой породой отработанных шахт, массовое озеленение с целью уменьшения запыленности воздушного бассейна. Перенос части жилых массивов из опасных районов, находящихся над отработанными шахтами, в безопасные районы.

***9. Жезказганский промышленный узел (Сарысу-Кызылжарская провинция)***

*Экологическое состояние.* Разработка полиметаллических руд (г. Сатпаев). Комбинат «Казахмыс»: обогатительная фабрика, медеплавильный завод, Жездинский марганцевый рудник. Загрязнение атмосферного воздуха пылью, отходящими газами (окислы серы, азота). Большие площади отвалов. Загрязнение воды в Кенгирском водохранилище.

*Мероприятия по охране природы.* Экологическая стабилизация окружающей среды на основе безотходной и малоотходной технологии. Прогрессивные и эффективные очистные сооружения. Рекультивация нарушенных земель. Решение острой проблемы водообеспечения и водоснабжения на основе сооружения магистрального водовода Иртыш – Караганда – Жезказган. Гармоничное сочетание природы и архитектурных ансамблей. Озеленение, промышленное и жилищное зонирование.

***10. Алматинский промышленный район (Заилийскаягорная провинция)***

*Экологическое состояние.* Основным загрязнителем воздушного бассейна г. Алматы являются: автотранспорт, ТЭЦ, котельные (окислы серы, углерода, азота, пыль). Сильное загрязнение промышленными и коммунально-бытовыми стоками горных рек и почв. Резкое сокращение запасов и дебита артезианских вод. Загрязнению природной среды благоприятствуют горно-долинный рельеф, приземные температурные инверсии, частые штили. Недоучет направления горно-долинных ветров в современной застройке.

*Мероприятия по охране природы.* Экологическая стабилизация на основе Государственной программы «О неотложных мерах по развитию г. Алматы». Внедрение очистных сооружений и безотходной технологии на промышленных предприятиях. Предотвращение выброса выхлопных газов автотранспорта, посредством сокращения числа автомобилей в городе с 250 тыс. единиц до минимума. Широкий переход на пассажирский электротранспорт. Развитие метрополитена. Газификация отопительных систем частного жилого сектора. Частичное изменение планировки города за счет восстановления «коридоров» в жилых кварталах для свободного проникновения горно-долинных ветров в районы городской застройки. Массовое озеленение, реконструкция арычной сети. Жесткий, постоянный контроль за экологической обстановкой.

***11. Каратау-Таразскии промышленный район (Каратауская горная провинция)***

*Экологическое состояние.* Сильное загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных вод и почв предприятиями химической промышленности (суперфосфатное производство). Среди промышленных выбросов наиболее токсичны соединения фтора, фосфора, пыль.

*Мероприятия по охране природы.* Сокращение газовых выбросов при производстве фосфорных удобрений. Внедрение технологии безотходного производства с улавливанием отходящих газов. Предотвращение попадания токсикантов в почвы и. воды и по пищевым цепям - в организм человека. Внедрение системы АСУ контроля экологического состояния окружающей среды с оперативной системой аварийного оповещения населения. Перепрофилирование предприятий, находящихся в черте города, частично – закрытие или перевод за пределы городской территории.

***12. Кустанайско-Рудненский промышленный район (Притобольская провинция)***

*Экологическое состояние.* Загрязнение атмосферного воздуха пылью предприятий железорудного бассейна, строительной индустрии и автотранспорта. Огромные площади нарушенных земель, глубокие карьеры (Соколовский – проектная глубина более 460 м. Сарбайский – 630 м). Громадные горнопромышленные отвалы вблизи г. Рудного. Загрязнение р. Тобол промышленными стоками.

*Мероприятия по охране природы.* Рекультивация земель: выравнивание отвалов, посев трав, лесопосадки Использование пустой породы в качестве балластного материала и в строительной индустрии. Предотвращение

складирования пустой породы на пахотно-пригодных почвах. Охрана р. Тобол и водохранилищ на реке.

***13. Экибастузский промышленный узел (Прииртышская провинция)***

*Экологическое состояние.* Огромные буроугольные разрезы: карьеры, отвалы пустой породы определяют «индустриальный ландшафт», очень сильную запыленность воздуха и почв. Мощные электростанции: ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 выбрасывают в атмосферу большое количество золы, пыли, окислов серы и пр. Выбросы золы прослеживаются за сотни километров от г. Экибастуза.

*Мероприятия по охране природы.* Рекультивация нарушенных земель. Лесопосадки, фитомелиорация. Совершенствование технологии сжигания высокозольного бурового угля в теплоэнергетике. Использование отвалов пустой породы в дорожном строительстве и строительной индустрии.

***14.Северо-Прикаспийский (Тенгизский промышленный район (Прикаспийская провинция)***

*Экологическое состояние.* Глубокое залегание нефтяных пластов (до 5 км). Выбросы из глубины попутных газов (сероводорода, метана) в процессе разведочного бурения (превышение ПДК в 7-10 раз) и промышленной добычи нефти. Эрозия почв в местах добычи из-за бессистемного прокладывания дорог, «волочения» буровых вышек. Прибрежная полоса находится под угрозой затопления под влиянием трансгрессии Каспийскою моря.

*Мероприятия по охране природы.* Совершенствование технологии добычи нефти и природного газа. Предотвращение катастрофических выбросов попутных газов, находящихся в земных недрах под огромным давлением, и их возгорания. Совершенствование технологии добычи нефти Бузачинского месторождения, отличающейся высоким содержанием асфальто-смолисгых веществ и ванадия.

Рекультивация земель, восстановление растительности и почв. Недопущение произвольного прокладывания грунтовых дорог, с целью предотвращения почвенной эрозии.

***15. Мангистауский промышленный узел (Мангистауская провинция)***

*Экологическое состояние.* Несовершенство технологии добычи нефти, сжигание попутного газа приводит к загрязнению атмосферного воздуха. Почвенная эрозия вблизи нефтепромыслов. Разливы нефти пагубно отражаются на состоянии водных ресурсов, почв и растительности.

*Мероприятия по охране природы.* Совершенствование технологии добычи и переработки Мангышлакской нефти, отличающейся большим содержанием парафиновых фракций и повышенной вязкостью. Предотвращение сжигания в факелах попутных газов. Рекультивация земель и почв, нарушенных в процессе добычи нефти.

***16. Космодром Байконур (Нижнесырдарьинская провинция)***

*Экологическое состояние.* Периодические запуски ракетоносителей нарушают плазменную структуру ионосферы и влияют на экологию геосистем. Падение на Землю отработанных ступеней ракет-носителей с несгоревшими остатками очень токсичного топлива – гептила приводят к

сильнейшему загрязнению почвы, гибели животных, поедающих загрязненные растения. Смыв токсикантов в местные водоемы, гептилотличается высокой летучестью, неограниченной растворимостью в воде, способностью к миграции и накоплению в почве и растительности, является крайне опасным для здоровья людей.

*Мероприятия по охране природы.* Необходима разработка программы экологического восстановления земель, нарушенных в результате военных и космических испытаний. Тщательный учет и картирование участков падения космических объектов, постоянный контроль за состоянием окружающей среды районов падения. Сбор и удаление ступеней и частей ракет. Рекультивация земель: в необходимых случаях механическое удаление почвогрунтов, загрязненных гептилом. Восстановление продуктивности пастбищных угодий. Диспансеризация населения, животных, контроль за качеством продукции сельского хозяйства.

***17. Казахстанская часть бассейна р. Сырдарьи (Присырдарьинская и Нижнее Сырдарьинская провинции)***

*Экологическое состояние.* Река Сырдарья сильно загрязнена промышленными, хозяйственно-бытовыми и сельскохозяйственными стоками, поступающими с территории Казахстана и Узбекистана. Основные загрязнители: хлориды, сульфаты, нитраты, пестициды и др. Содержание нитратов в низовьях превышает ПДК в 45 раз. В воде содержатся возбудители болезней. Загрязнение водной среды усугубляется постоянным снижением нормы стока, что затрудняет процессы самоочищения.

*Мероприятия по охране природы.* Необходима Межгосударственная экологическая программа использования водных ресурсов р. Сырдарьи. Соблюдение технологических условий и нормативов, обеспечивающих экологическую чистоту водных ресурсов всего бассейна р. Сырдарьи. Контроль за использованием на сельскохозяйственных полях пестицидов и минеральных удобрений, предотвращение сброса в реку дренажных вод. Создание вдоль реки растительных барьеров (лесных насаждений), способных поглощать химические ингредиенты загрязнения водной среды. Восстановление тугаев (пойменных лесов).

***18. Низовья долины р. Шу (Мойынкумская провинция).***

*Экологическое состояние.* Вследствие интенсивного водопотребления в верхнем течении р. Шу в низовьях наблюдается резкое снижение нормы стока, пересыхание реки. Загрязнение плесов р. Шу из-за смыва с сельскохозяйственных полей минеральных удобрений, пестицидов, накопление в воде промышленных выбросов Жамбылского ТПК.

*Мероприятия по охране природы.* Регулирование водопотребления на основе Межгосударственною соглашения между Казахстаном и Кыргызстаном. Контроль за стоками с поливных земель.

***19. Казахстанская часть бассейна р. Иртыш (Западно-Алтайская горная провинция)***

*Экологическое состояние.* Сильное загрязнение р. Иртыш в пределах Рудного Алтая промышленно-бытовыми стоками гг. Усть-Каменогорска,

Риддера, Зыряновска, пос. Глубокое и др. выносимыми рр. Бухтармой, Ульбой, Краснояркой и др. Основные загрязнители: кадмий, медь, цинк и другие тяжелые металлы, нефтепродукты.

*Мероприятия по охране природы.* Предотвращение загрязнения реки мощными предприятиями горнодобывающей промышленности, цветной металлургии, энергетики. Фактором экологического риска является осуществляемое в Китае зарегулирование стока р. Черный Иртыш, что вызовет понижение стока р. Иртыш не менее чем на 20% и резко обострит водохозяйственные проблемы Центрального Казахстана.

***20. Сорбулак – накопитель сточных вод г. Алматы (Илийская провинция)***

*Экологическое состояние.* Накопитель сточных вод г. Алматы располагается в естественном понижении рельефа вблизи р. Каскелен. Искусственный водоем переполнен сточными водами и находится в критическом состоянии. Объем сточных вод близок к предельным отметкам (800 млн. $м^3$). Возможно повторение катастрофического прорыва земляной дамбы, повлекшего человеческие жертвы, загрязнение Капшагайского водохранилища.

*Мероприятия по охране природы.* Укрепление дамбы накопителя сточных вод. Массовые посадки быстрорастущего тополя для усиления транспирации воды и укрепления берегов. Широкое использование воды для полива орошаемых земель с учетом предотвращения загрязнения сельскохозяйственных продуктов токсикантами.

В геоэкологических провинциях как системах взаимосвязанных природных компонентов создается благоприятная возможность заранее предусмотреть и избежать, либо устранить неблагоприятные экологические последствия хозяйственной деятельности человека [13-15]. Это открывает возможность использования подобных геоэкологических рекомендаций для обоснования как текущих, так и перспективных мероприятий в области охраны природы, позволяет рассчитать экономический эффект от проведения природоохранных работ, раскрывает перспективы охраны и преобразования природы Казахстана.

***Библиографический список***

*1. Атырау. Атамура. 2000.*

*2. Галкин В.И., Середин В.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В., Копылов И.С., Чиркова А.А. Оценка эффективности технологий очистки нефтезагрязненных грунтов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 6. С. 4-7.*

*3. Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Копылов И.С. Инженерно-геологические условия Жилянского калийного месторождения (Казахстан) // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. С.*

*4. Копылов И.С. Принципы и критерии интегральной оценки геоэкологического состояния природных и урбанизированных территорий // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 6.*

5. *Копылов И.С. Концепция и методология геоэкологических исследований и картографирования платформенных регионов // Перспективы науки. 2011. № 8 (23). С. 126-129.*

6. *Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4.*

7. *Копылов И.С. Научно-методические основы геоэкологических исследований нефтегазоносных регионов и оценки геологической безопасности городов и объектов с применением дистанционных методов / автореферат дис. ... доктора геолого-минералогических наук. Пермь, 2014. 48 с.*

8. *Копылов И.С., Коноплев А.В. Методология оценки и районирования территорий по опасностям и рискам возникновения чрезвычайных ситуаций как основного результата действия геодинамических и техногенных процессов // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1.*

9. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г. Новейшая тектоника и современная геодинамика Западного Казахстана на Жилянском месторождении калийных солей // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5.*

10. *Фурсов В.И., Ергалиев Т. «Общая экология». 2001.*

11. *Чигаркин А.В. Геоэкология Казахстана. Алматы: Санат. 1995. 160 с.*

12. *Чигаркин А.В. Геоэкология и охрана природы Казахстана. Алматы: Санат. 2003. 338 с.*

13. *Bakytzhanova B.N, Kopylov I.S., Dal L.I., Satekov T.T. Geoecology of Kazakhstan: zoning, environmental status and measures for environment protection // European Journal of Natural History. №4. 2016. С.28-33.*

14. *Bakytzhanova B.N., Kopylov I.S., Satekov T.T. Regional environmental risk assessment of geosystems of Kazakhstan // Теория и методы исследований в естественных науках: сб. науч. ст. по материалам Международной науч.-практ. конф. / гл. ред. И.С. Копылов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2016. С.154-162.*

15. *http://www.rfu.ru/ekologiya_i_oxrana_prirody/ekologiya_kazaxstana.php [Internet resource].*

УДК 502/504

**В.В. Кандакова**
Пермский государственный национальный
исследовательский университет

# ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЯСЫЛЬСКОГО КАРСТОВОГО ПОЛЯ

*Исследование направлено на оценку гидрогеохимических условий химического состава поверхностных и подземных вод. Выполнена оценка эколого-гидрохимической обстановки Ясыльского карстового поля.*

*Ключевые слова: геоэкология, карстовое поле, нефтепродукты, минерализация*

# ECOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL STUDIES OF THE ESILSK KARST FIELD

**V.V. Kandakova**
Perm State University

*The study directed to assess the hydro-chemical conditions of the chemical composition of surface water and groundwater. Evaluation of the ecological-hydrochemical situation of the Yasylsk karst field is completed.*

*Keywords: geoecology, karst field, petroleum, mineralization*

Геоэкологическая обстановка территорий часто осложняется геологическими факторами. Одним из них является карст, имеющий широкое распространение в юго-восточной части Пермского края, где в Ординском муниципальном районе он имеет повсеместное распространение. В окрестностях с. Красный Ясыл выделено Ясыльское карстовое поле, занимающее центральное положение на Средне-Иренском карстовом участке Иренского карстового района [1, 8].

Территория Ясыльского карстового поля сложена сульфатно-карбонатными и терригенными породами палеозоя. На западном отрезке иренский горизонт погружается под соликамские отложения. Иренские слои ($P_1$ ir) согласно залегают на филипповских доломитах. С поверхности залегают сильно закарстованные лунежские гипсы ($P_1$ ln), мощностью до 20 м. Мощность покровных отложений незначительна, а в долине р. Ирень отмечены выходы гипса на поверхность.

На Ясыльском поле на площади 19 км$^2$ отмечено 2537 воронок [1]. Воронки преимущественно конусообразные, размеры воронок разнообразные и часто достигают 15-25 м в поперечнике и 5-10 м в глубину. Среди пещер самой крупной на Ясыльской площади является Пономаревская пещера протяженностью до 300 м, располагающаяся в верховьях лога. Пещера характеризуется узкими входными отверстиями, ведущими в привходовый

© В.В. Кандакова, 2016

лабиринт. Затем идут средняя и дальняя часть пещеры, разделенная перемычками с небольшими озерами в понижениях гипсового дна, по пониженным участкам пещеры протекает ручей. Площадной коэффициент закарстованности территории Ясыльского поля составляет 2,4%. Класс и степень плотности карстовых форм по Г.А. Максимовичу – 1, весьма значительная.

По гидрогеологическому районированию рассматриваемый район Ясыльского карстового поля находится в пределах Восточно-Русского (Камско-Вятского) бассейна пластовых вод. На территории в зоне активного водообмена выделяются три основных гидрогеологических подразделения (четвертичный аллювиальный, соликамский и кунгурский водоносные комплексы) [7, 8].

Воды четвертичных отложений приурочены к долине р. Ирень, залегают на глубине до 1 м, удельный дебит их составляет порядка 0,4 л/с, они имеют сульфатно-кальциевый состав, минерализацию 2,1 г/л, поскольку в аллювий разгружаются аналогичные сульфатные воды пород иренских отложений. Воды соликамского комплекса в известняках характеризуются удельным дебитом скважин около 3 л/с, в глинистых мергелях – 0,2 л/с. По химическому составу, при удалении от реки, они сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевые с минерализацией до 1 г/л; с приближением к реке они становятся сульфатными с минерализацией до 3 г/л.

На территории Ясыльского карстового поля в узлах пересечения линеаментов [5] наблюдаются точечные выходы минерализованных вод в виде восходящих родников.

Река Ясыл имеет мешкообразную долину; истоки ее начинаются небольшим родником, далее реку питают многочисленные родники, река исчезает в воронках и понорах поглощения, имеются пещеры с ручьями и пруды «нефтеловушки», по данным мониторинговых исследований за 1998-2015 гг. Обобщенная формула имеет следующий вид:

$$M_{1,7\text{-}3,1}\frac{SO^{4}_{67\text{-}88}\,\mathrm{HCO}^{3}_{10\text{-}21}Cl_{1,7\text{-}16,1}}{\mathrm{Ca}_{73\text{-}90}Na_{12\text{-}21}Mg_{7\text{-}11}}$$ жесткость 19,7 – 37,3 мг·экв/л,

Как видно из формулы, при всех значениях минерализации вода является сульфатно-кальциевой с большим преобладанием ионов $SO_4$ и Ca. По данным точечных анализов из водопроявлений установлено, что от верховий р. Ясыл до Пономаревской пещеры происходит понижение уровня подземных вод и связанное с ним повышение минерализации воды за счет возрастания роли хлоридов в их составе. Растет жесткость воды также благодаря хлоридам кальция (и магния). Происходит увеличение роли хлор-иона в химическом составе воды. Вода по анионам становится $SO_4$-$HCO_3$-Cl.

Но если высокие содержания сульфатов в карстовых водах обусловлены литологическим фактором, то повышенные значения хлоридов формируются в результате вертикальной восходящей миграции компонентов и концентрации подземного стока в узлах пересечения линеаментов (зонах максимальной трещиноватости пород). В центральной, практически не трещиноватой части блоков, концентрации хлоридов в подземных водах лишь не превышают

фоновые значения. Гидрогеохимическая информация свидетельствует о сложном характере органического загрязнения приповерхностной гидросферы в верховьях р. Ясылки. Источник загрязнения нефтепродуктами не установлен. Содержание нефтепродуктов в ручье Пономарёвской пещеры – 1348 мг/дм$^3$. Нефтянное загрязнение было установлено в 1997г., пещера сильно загазована, ниже пещеры имеется «нефтеловушка». Проявление нефтянного загрязнения отмечается вниз по потоку подземных и поверхностных вод Ясыльского лога, интересен факт обнаружения нефтяного загрязнения в истоках «Арапова ключа» до 4,83 мг/дм$^3$.

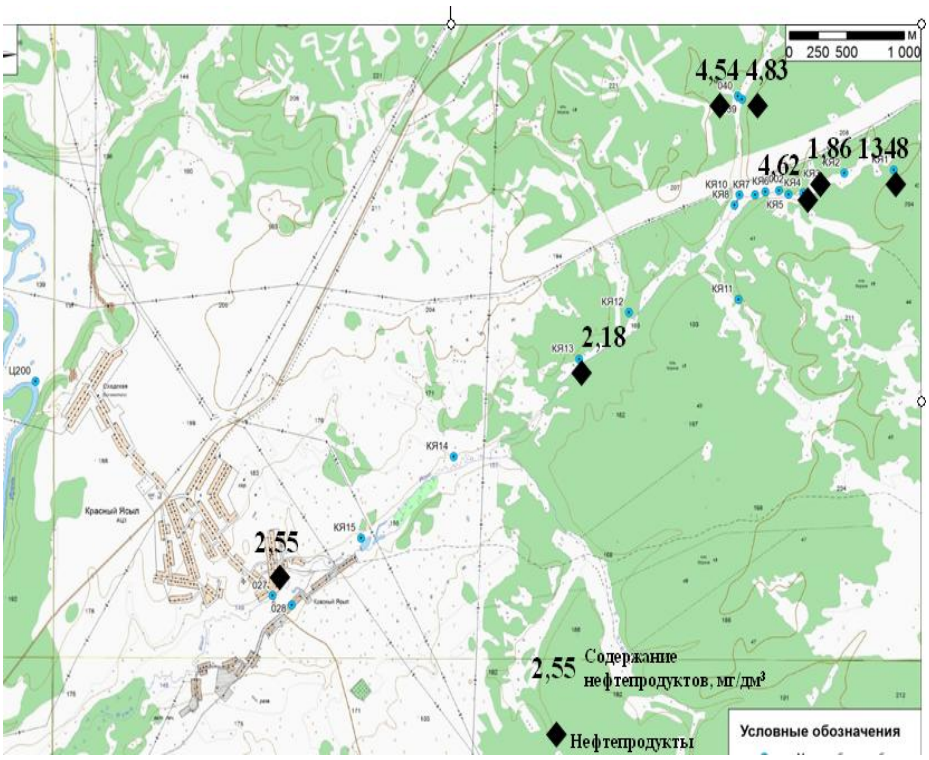



Рис.1 Схема опробования источников подземных вод на Ясыльском карстовом поле (содержание нефтепродуктов, мг/дм$^3$)

Взаимодействие широкого спектра химреагентов и нефтяной органики в природных условиях карстового массива приводит к переводу нефтяных соединений в гидрофобные комплексы, аккумулирующихся в пене на поверхности водной среды или в донных отложениях [5]. Поэтому основными загрязнителями водной среды в бассейне реки Ясылка являются продукты трансформации нефтяных соединений, при низких концентрациях нефтепродуктов, регистрируемых в поверхностных и подземных водах [2].

Территория Ясыльского карстового поля по данным И.С. Копылова [5-6] характеризуется высокой геодинамической активностью и высокой тектонической трещиноватостью.

По данным С.М. Костарева возможен привнос нефтепродуктов в карстовый массив в результате горизонтального движения водных масс от водоразделов к дренам (рекам), так и в результате восходящего вертикального

подъема компонентов глубинных флюидов по трещинным зонам и скважинам [10, 11].

В данном районе ранее были проведены региональные геоэкологические исследования и картографирование [4, 9], согласно которым район относится к зоне экологического риска.

На территории Ясыльского поля необходимо проведение детальных геоэкологических исследований и установление степени влияния нефтяного загрязнения на окружающую среду от разработок месторождений углеводородов.

***Библиографический список***


*1. Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г. Карст и пещеры Пермской области. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1992. 200с.*

*2. ГОСТ 17.1.3.05-82 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами.*

*3. Килин Ю.А. Оценка гидрогеологических условий при освоении закарстованных территорий на примере северной части Уфимского плато. Автореферат дисс. канд. геол. мин. наук. Перм. ун-т. Пермь, 2003. 23 с.*

*4. Копылов И.С. Принципы и критерии интегральной оценки геоэкологического состояния природных и урбанизированных территорий // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 6.*

*5. Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6.*

*6. Копылов И.С. Аэрокосмогеологические методы для оценки геодинамической опасности на закарстованных территориях // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 6. С. 14-19.*

*7. Копылов И.С. Основные водоносные комплексы Пермского Прикамья и перспективы их использования для водоснабжения // Успехи современного естествознания. 2014. № 9-2. С. 105-110.*

*8. Копылов И.С., Коноплев А.В. Геологическое строение и ресурсы недр в атласе Пермского края // Вестник Пермского университета. Геология. 2013. № 3 (20). С. 5-30.*

*9. Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Инженерно-геологическое изучение, картографирование, районирование территории Пермского края // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-10. С. 2190-2195.*

*10. Костарев С.М. Разработка методов гидрологического контроля для оценки состояния геологической среды нефтяных месторождений Пермского Прикамья. Москва, 1988.*

*11. Костарев С.М. Особенности нефтепромыслового загрязнения геологической среды карстовых районов Пермского края. Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы Международного симпозиума. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т. 2015. С.317-322.*

УДК 502/504

[1] **Ю.А Килин,** [2] **И.Ю. Килин**
[1] Пермский государственный национальный исследовательский университет
[2] Пермский национальный исследовательский политехнический университет

# ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПОЛИГОНОВ ТВЁРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

*Полигоны твёрдых коммунальных отходов являются источником длительного негативного воздействия на окружающую среду. Изучение процессов протекающих в теле полигона, где происходит формирование высокотоксичного фильтрата, который оказывает влияние на поверхностную и подземную гидросферы, являются важной и составной частью для разработки защитных природоохранных мероприятий.*

*Ключевые слова: полигон твёрдых коммунальных отходов, фильтрат, водоупор, экран, мониторинг*

[1] **Y.A. Kilin,** [2] **I.Y Kilin**
[1] Perm State University
[2] Perm Polytechnic University

# HYDROGEOLOGICAL STUDIES IN THE PLANNING OF SOLID MUNICIPAL WASTE LANDFILLS

*Landfills of solid municipal waste is a source of long-term negative impact on the environment. The study of the processes occurring in the body of the landfill where the formation of highly toxic leachate that has an impact on surface and underground hydrosphere, are an important and integral part for the development of protective environmental measures.*

*Keywords: Polygon of solid municipal waste, the filtrate, aquitard, screen, observation*

В настоящее время в России и в большинстве развитых стран захоронение ТКО на полигонах остается наиболее распространенным методом их обезвреживания. В России около 95 – 97% ТКО размещается на полигонах и свалках без предварительной обработки при слабо развитой системе раздельного сбора и извлечения вторичного сырья и опасных компонентов.

В настоящее время масса потока твердых коммунальных и приравненных к ним отходов (ТКО), поступающего ежегодно в биосферу, достигал почти геологического масштаба и составляет около 400 миллионов тонн в год. Полигоны ТКО являются источниками длительного негативного воздействия на окружающую среду на протяжении многих сотен лет, основным фактором этого воздействия является поступление в окружающую среду

© .А Ки ин, И. . Ки ин, 2016

высокотоксичного фильтрата и биогаза, содержащего парниковые газы и токсичные вещества.

На прилегающей к полигону территории изменяется водный режим:

а) изменяется поверхностный сток вследствие отвода части его от площади полигона и изменяется водный режим на территории полигона;

б) существенно изменяется режим подземных вод вследствие изменения баланса «осадки-испарение-инфильтрация-сток» на полигоне и вокруг него;

в) изменяется режим питания ближайших к полигону малых рек и ручьев;

г) возрастает потенциальная опасность утечки с территории полигона загрязненных стоков, «фильтрата». Утечки могут происходить в виде проникновения через дамбы и растекания по прилегающей территории или путем инфильтрации через грунтовое основание полигона с загрязнением грунтовых вод. Образование фильтрата происходит при поступлении твёрдых коммунальных отходов массовой влажности от 30 до 80 %, в качестве стартовой влажности начала процесса перегнивания считают влажность 50 %, в процессе перегнивания выделяется значительное количество тепла, что приводит к разогреву тела полигона и частичное таяние снега (в зимний период температура на полигоне в г.Перми в январе на глубине 10,0м составила +18$^{o}$С), полигон работает как «биореактор». Большинство «фильтрата» образуется при атмосферном питании, выпавшие дождевые осадки быстро проникают к грунтовому основанию полигона, по пути они насыщаются (минерализуются) вследствие растворения, выщелачивания, обменно-адсорбционных процессов. В основании полигонов, как правило, образуется зона формирования «фильтрата». По данным мониторинговых исследованиях на полигоне в г.Перми (район д.Сафроны) она может достигать 10,0м (при наличии суглинистого или глинистого основания). Фильтрат по своему генезису относится к «верховодке», он существует только в летние месяцы, зимой при прекращении питания атмосферными осадками он отсутствует или сокращается до минимума, при этом минерализация его достигает максимальных значений.

На второй стадии образованный «фильтрат» начинает постепенно фильтроваться через грунты зоны аэрации (основание полигона), затем происходит смешение метаморфизованного фильтрата с подземными водами. На третьей стадии загрязняющие вещества мигрируют по водоносному горизонту по направлению потока. Важнейшими факторами миграции загрязнений являются естественная скорость потока подземных вод и активная пористость водовмещающих пород. Во время третьей стадии происходит формирование области загрязнения в водоносном горизонте и распространение загрязнения по направлению потока подземных вод. Естественное самоочищение подземных вод в пределах ореола загрязнения растягивается на многие десятилетия, так по полигону в г.Перми ореол загрязнения за 35 лет продвинулся на 200м от дамб обвалования вниз по потоку.

Образующийся фильтрат представляет собой сложную многокомпонентную систему простых, сложных и комплексных химических

соединений, большая часть которых является нестабильной. Состав воды фильтрата: минерализация варьирует от 3,0 до 70,0 г/л, преобладающие анионы - $HC0_3$ , $NH_4$ и CI, катионы - К, в меньшей степени – Са. Содержание тяжелых металлов: преобладают железо, кадмий, кобальт, марганец, медь, мышьяк, никель, свинец, титан, хром, цинк. Кроме того, в фильтрате присутствуют жирные кислоты, фенолы, спирты, эфиры, парафин, алкалоиды, хлорорганические соединения, полициклические ароматические углеводороды, а также жизнеспособные микроорганизмы различных физиологических групп (сапрофита, сульфатвосстанавливающие, метаногенные, окисляющие углеводороды) (Л.П. Грибанова, 1995, Я.И. Вайсман, 2000).

В процессе формирования фильтрата происходят существенные изменения его состава во времени. Первые 3-5 лет характеризуются выраженной кислотной фазой с высоким значением БПК (биологический показатель кислорода) и ХПК (химический показатель кислорода). Далее в ходе анаэробной метаногенной фазы значительно снижаются БПК и ХПК, происходит осаждение тяжелых металлов, гидроокисей, сульфидов, карбонатов.

Породы зоны аэрации (основания) полигонов ТКО в условиях техногенных воздействий на природную среду выступают одновременно в трех формах: как накопители и преобразователи поступающих с поверхности земли загрязняющих веществ, как экран на пути их движения вглубь и поступления в грунтовые воды и как вторичный источник загрязнения. В характеристике биогеохимических процессов, протекающих в системе вода - порода - газ - живое вещество, главными являются: 1) минералого-геохимические особенности грунтов; 2) биогеохимические параметры раствора, как агента химического выветривания грунтов; 3) состав и параметры подпочвенного воздуха; 4) особенности состава и жизнедеятельности живого вещества, продукты его метаболизма и разложения органических веществ. Концентрирование элементов в зоне аэрации обусловлено наличием в породах глинистых минералов, органических веществ и различными окислительно-восстановительными условиями. В условиях, когда породы зоны аэрации представлены глинами, суглинками, супесями, средне-, мелко- и тонкозернистыми песками, галечниками или дресвяно-щебенистыми грунтами с высоким содержанием глинистого, суглинистого, супесчаного или песчаного заполнителя, проявляются сорбционные свойства грунтов. При этом снижается фильтрационная способность грунтов. Глинистые грунты с высоким содержанием бактериальной массы переходят в квазипластичные разности. В случае трещинных коллекторов ионный обмен в связи с ограниченной поверхностью раздела твердой и жидкой фаз не оказывает существенного влияния на состав подземных вод. Газы активно участвуют во многих физико-химических процессах (окисление, растворение, восстановление, биологические процессы) в грунтах (Е.М. Сергеев и др., 1985). Роль газовой компоненты особенно велика в зоне аэрации, где грунты представляют трех- или четырехкомпонентные системы, а значительная часть пор занята газами. В слабоводонасьпценных грунтах (влажность ниже максимальной гигроскопической) значительная часть газов находится в адсорбированном

состоянии. Наиболее активно адсорбируются углекислый газ, азот, кислород, водород, но они могут вытесняться молекулами воды при увлажнении грунта, выделяясь в атмосферу.

Существует ряд природных и техногенных факторов, неучет которых может значительно снизить эффективность защитных мероприятий и повысить вероятность реализации потенциальных отрицательных воздействий полигона на окружающую среду.

К числу природных «факторов риска» прежде всего, относятся тектонические условия площадки и сейсмическая активность района. Техногенные факторы могут усиливать или ослаблять их влияние. Ослабленные зоны на участках пересечения тектонических нарушений, интенсивных карстовых процессов являются очагами инфильтрации и даже инфлюации загрязнённых вод.

К числу благоприятных природных факторов, значительно снижающих отрицательное воздействие полигона на водные объекты, относится наличие в его основании естественного геологического барьера – слоя пород (например, глинистых). Такой барьер одновременно выполняет функции естественного противофильтрационного экрана, уменьшающего общий объем инфильтрации загрязненных стоков; природного сорбционного фильтра, задерживающего значительную часть загрязнений из фильтрующихся через него стоков.

Площадку полигона необходимо выбирать таким образом, чтобы исключить возможность ее затопления, подтопления и заболачивания близко расположенными ручьями, реками, озерами и болотами. Площадку полигона (по отметкам) следует располагать по отношению к прилегающим территориям таким образом, чтобы она не служила их дренажным бассейном.

Не допускается строительство полигона: на территории первого и второго пояса зоны санитарной охраны источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и источников минеральных вод; на территории второго пояса зоны санитарной охраны ближе 500м от подземных источников и ближе 1 км от водозабора поверхностных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения; в границах водоохранных зон водных объектов.

Теоретически и практически доказано, что не существует идеально водонепроницаемых пород. Глина, классический материал, так же не является абсолютным экраном. Экспериментальные и полевые исследования водопроницаемости экранов из глин показывают, что через них достаточно легко проникают воды с высоким содержанием хлоридов. В связи с этим в практике сооружения полигонов ТКО принято над водопроницаемым экраном из глины или тяжелых суглинков устраивать дренажную систему для перехвата отжимных вод. Такие технические приемы позволяют предотвратить поступление фильтрата в грунтовые и подземные воды.

Для полигона ТКО разрабатывается специальный проект мониторинга предусматривающий: контроль за состоянием подземных и поверхностных водных объектов, атмосферного воздуха, почв, уровней шума в зоне возможного неблагоприятного влияния полигона. Проект согласовывается с территориальным ЦГСЭН и другими контролирующими органами.

Виды и состав гидрогеоэкологических исследований зависит от стадии проектирования, примерный перечень видов и состава работ приведён в таблице 1.

Таблица 1

Виды и состав гидрогеоэкологических работ

| № | Виды и состав полевых работ, нормативный документ | Количество | Глубина | Особые условия |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Рекогносцировочное обследование на площадке полигона и в зоне санитарной охраны СП 11-102-97 п.п.4.6-4.8,5.20, 6.11, 6.12 | На площадке полигона с зоной санитарной охраны, но не менее 3-4 точек на 1 км маршрута | | Проводится с учётом дешифрирования аэро-космоснимков |
| 2 | Бурение гидрогеологических опорных скважин для вскрытия локального водоупора СП 11-102-97 п.п.4.9,4.11-4.13, 4.32,4.35-4.38, 5.21-5.23,6.13 | Не менее 3 скважин, при условии нахождения водоупора до 50,0м | До 50 м | В случае залегания водоупора на глубинах более 50м, приводятся данные по фондам |
| 3 | Бурение гидрогеологических (инженерно-геологических) картировочных скважин СП 11-102-97 п.п.4.9, 4.10,5.22,6.13 | Скважины располагаются по створам, с учётом геоморфологических элементов | Глубина ограничивается 10-15м. | В створе должно быть не менее 3-х скважин |
| 4 | Бурение скважин для выполнения опытно-фильтрационных работ СП 11-102-97 п.п.4.9, 4.11, 4.12, 4.13,5.23, 6.13 | Количество скважин соответствует количеству опытных работ | Глубина выбирается в зависимости от УГВ | Скважины в дальнейшем могут быть использованы для мониторинга |
| 5 | Проходка шурфов для выполнения наливов воды СП 11-102-97 п.п.4.9, 4.11, 5.22,6.13 | Количество шурфов соответствует количеству наливов | Глубина соответствует отметкам карт | |
| 6 | Определение направления и скорости потока подземных вод. СП 11-102-97 п.п.4.9. | 2-3 опыта на участке работ | Зависит от глубины залегания УГВ | Определяется геофизическими работами в скважинах: ВЭЗ-МЗТ |
| 7 | Проведение опытно-фильтрационных работ (откачек, наливов) СП 11-102-97 п.п.4.11, 4.12, 5.24,6.14 | Каждая литологическая разновидность должна быть опробована | | Откачки для зоны водонасыщения, наливы - для зоны аэрации для зоны аэрации |
| 8 | Отбор проб воды на химический, бактериальный, микрокомпанентный состав СП 11-102-97 п.п.4.31-4.39, 5.25,6.15 | Не менее 3 проб на водоносный горизонт, а также родников, ручьёв, рек | | Отбор проб воды в скважинах проводится при откачках |
| 9 | Проведение мониторинговых наблюдений (с отбором проб воды) СП 11-102-97 п.п.4.89-4.95,5.44,6.30 | Проводятся в течение года | | |

Эколого-гидрогеологические исследования выполняются в комплексе с гидрогеологическими исследованиями при инженерно-геологических изысканиях. При изучении гидрогеологических условий следует установить состав, фильтрационные и сорбционные свойства грунтов зоны аэрации и водовмещающих пород; их загрязненность вредными компонентами; установить возможность влияния техногенных факторов на изменение гидрогеологических условий (формирование верховодки). В грунтах зоны аэрации необходимо определить коэффициенты фильтрации для этого выполнить наливы воды в шурфы и скважины по выбранным методикам (в зависимости от литологии и мощности зоны аэрации).

В водовмещающих грунтах первого от поверхности водоносного горизонта из скважин следует провести откачки для определения фильтрационных свойств первого от поверхности водоносного горизонта, определить мощность этого горизонта. Глубина скважин должна быть выбрана с учетом вскрытия локального водоупора. Определяется направление и скорость потока подземных вод. Для определения направления потока подземных вод строится карта гидроизогипс. Скорость потока определяется геофизическими методами (метод заряда). Для оценки режима подземных вод оборудуется наблюдательные скважины, наблюдения за режимом подземных вод должны проводится в течение года (от паводка до следующего паводка), по данным режимных наблюдений строится карты гидроизогипс на максимальные и минимальные уровни.

После выполнения полевых работ проводится большой комплекс лабораторных химико-аналитических, водно-физических и других лабораторных исследований. При камеральной обработке материалов используются данные по гидрогеологическим съёмкам выполненные на данной территории.

Вывод: Полигоны ТКО являются сложными и многофакторными объектами воздействия на поверхностную и подземную гидросферу, литосферу, атмосферу, биосферу. Отсутствие нормативных документов по проектированию и изысканиям конкретно для полигонов ТКО негативно сказывается на правильности принятия решений по природоохранным мероприятиям.

УДК 502/504

**И.С. Копылов [1], Л.В. Алексеева[2], Л.И. Даль [3]**
[1] Естественнонаучный институт, Пермский государственный национальный исследовательский университет
[2]ОАО «Верхнекамский трест инженерно-строительных изысканий»
[3]Центр социальных инициатив «Энергия Жизни», г. Пермь

# РЕГИОНАЛЬНЫЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЕРМСКОГО КРАЯ

*Рассмотрены геоэкологические и гидрогеологические проблемы Пермского края. Проведен региональный анализ состояния геологической среды. Приведены основные карты геоэкологического и гидрогеоэкологического содержания. Показаны дальнейшие направления геоэкологических и гидрогеологических исследований.*

*Ключевые слова: геоэкология, гидрогеология, анализ, картографирование, Пермский край.*

# REGIONAL GEOECOLOGICAL AND HYDROGEOECOLOGICAL ANALYSIS OF PERM REGION

**I.S. Kopylov [1], L.V. Alekseeva [2], L.I. Dal [3]**
[1] Natural Sciences Institute, Perm State University
[2]JSC Verkhnekamsky Trust of Construction Researches, Perm,
[3]Center of social initiatives» «Life Energy», Perm

Geoecological and hydrogeological problems of the Perm region are considered. Regional analysis of the geological environment is held. The main geo-environmental maps and hydro-geoecological content are presented. Further ways of geo- environmental and hydrogeological research shows.

Keywords: geoecology, hydrogeology, analysis, mapping, Perm region.

Природоохранная политика России базируется на картографической оценке состояния природной среды в целом и геологической среды (ГС) в частности. Подземные воды являются ее важнейшим компонентом ГС, поэтому геоэкологические и гидрогеологические исследования и картографирование неразрывно связаны друг с другом, направлены на изучение геоэкологических и гидрогеоэкологических условий [24].

*Основные геоэкологические и гидрогеологические проблемы.* Пермское Приуралье и Урал (Пермский край) характеризуется сложными геоэкологическими и гидрогеологическими условиями. Основные экологические проблемы связаны с высокой техногенной нагрузкой, обусловленной топливной, энергетической, химической, нефтехимической, металлургической, машиностроительной, горнодобывающей,

© И.С. Ко ов, Л.В. А ек еева, Л.И. а , 2016

деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной и агропромышленной отраслями, которые приводят к накоплению промышленных отходов, нарушению природных ландшафтов, загрязнению всех природных сред [3]. Основные гидрогеологические проблемы связаны с дефицитом пресных подземных вод во многих районах края, слабой защищенностью подземных вод, антропогенным загрязнением источников водоснабжения подземными водами, включая крупные водозаборы. Крупные аварии, катастрофы и различные чрезвычайные ситуации обостряют экологическую ситуацию в регионе. Отмечаются неблагоприятные и катастрофические радиоэкологические условия на локальных участках – в местах подземных ядерных взрывов. Особую опасность представляют провалы природно-техногенного характера на подработанных пространствах калийных рудников или городских территориях, а также аварии на магистральных нефтегазопроводах. Многие из них обусловлены геологическим фактором – повышенной геодинамической активностью. Поэтому возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера в большинстве случаев являются результатом синергетического действия геодинамических и техногенных процессов [1-4, 6-9, 21, 28, 31].

*Основная изученность.* Вся территория Пермского края (160,7 тыс. км$^2$) охвачена гидрогеологической съемкой масштаба 1:500 000. Гидрогеологическое картографирование масштаба 1:200 000 выполнено на площади 120 тыс. км$^2$, что составляет около 75 % ее территории, в основном, это съемки более 20-30 летней давности. Последние гидрогеологические съемки проводились с геоэкологическим доизучением. Геоэкологические исследования проводились попутно при проведении геологического доизучения масштаба 1:200 000 (ГДП-200). Выполнено многоцелевое геохимическое картирование масштаба 1:1 000 000 (МГХК-1000) листа О-40. Геоэкологической партией ФГУП «Геокарта-Пермь» проведено геоэкологическое картографирование масштаба 1:500 000 (ГЭИК-500) территории Пермского края, при которой выполнено 7 тыс. км геоэкологических маршрутов с комплексом наблюдений и опробований. Составлен комплект специализированных карт геоэкологического и гидрогеологического содержания. Некоторые из них приведены на рис. 1-4 [19]. В 2012 г. Пермским университетом составлен атлас карт Пермского края, куда включены основные авторские карты геоэкологического и гидрогеологического содержания. Проведен комплексный эколого-геологический, эколого-гидрогеологический и эколого- и ландшафтно-геохимический анализ Пермского Приуралья и Урала [14, 25, 27, 29].

*Методология и основные результаты.* Разработана концепция регионального геоэкологического изучения и картографирования. Принципы и методика регионального геоэкологического картографирования, основаны на системном подходе к картографическому отображению информации по геологической и географической среде (методики ВСЕГИНГЕО, ВСЕГЕИ, ИМГРЭ и др., с усовершенствованием) [13, 18, 30].

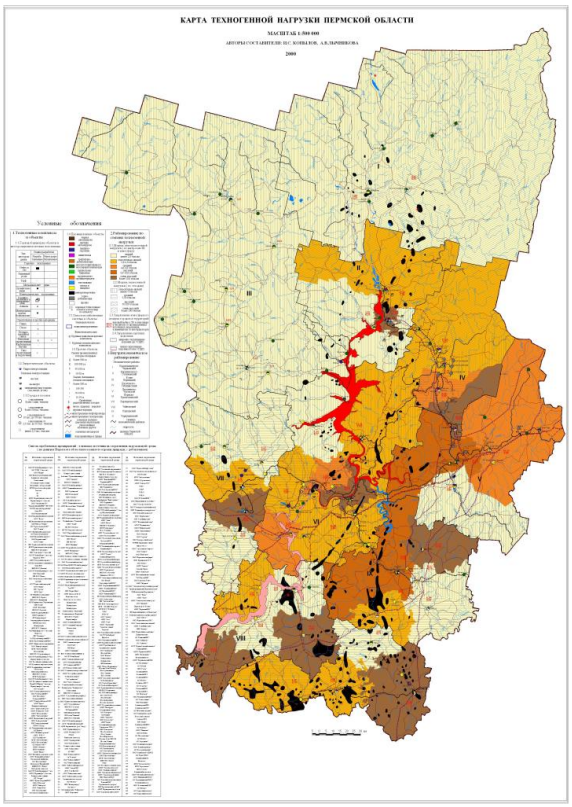



Рис. 1. Карта техногенной нагрузки

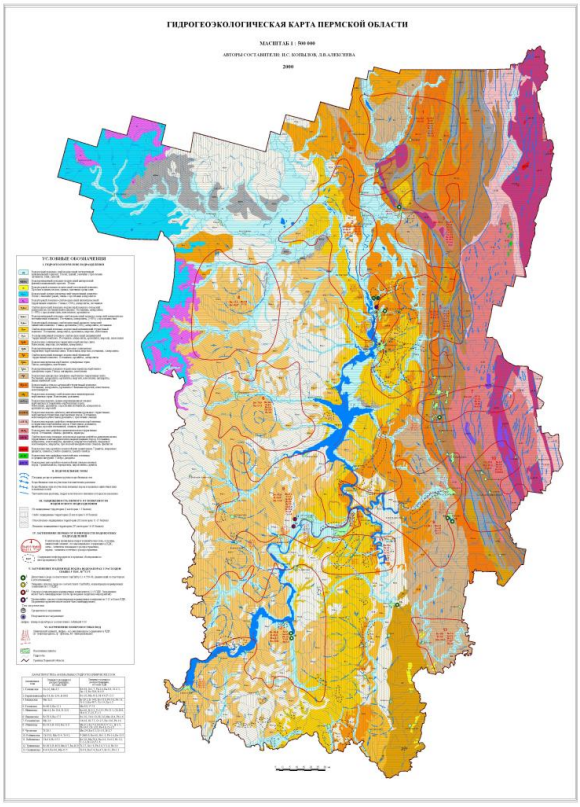



Рис. 2. Гидрогеоэкологическая карта

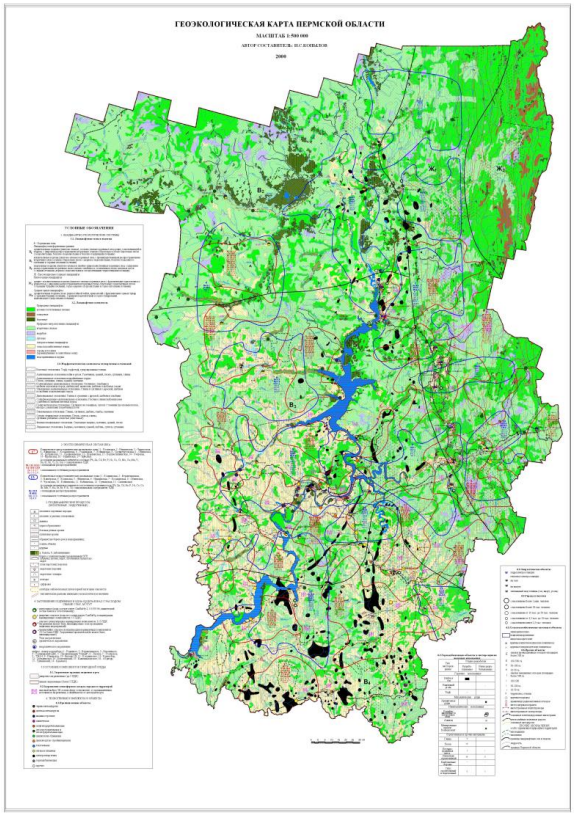



Рис. 3. Геоэкологическая карта

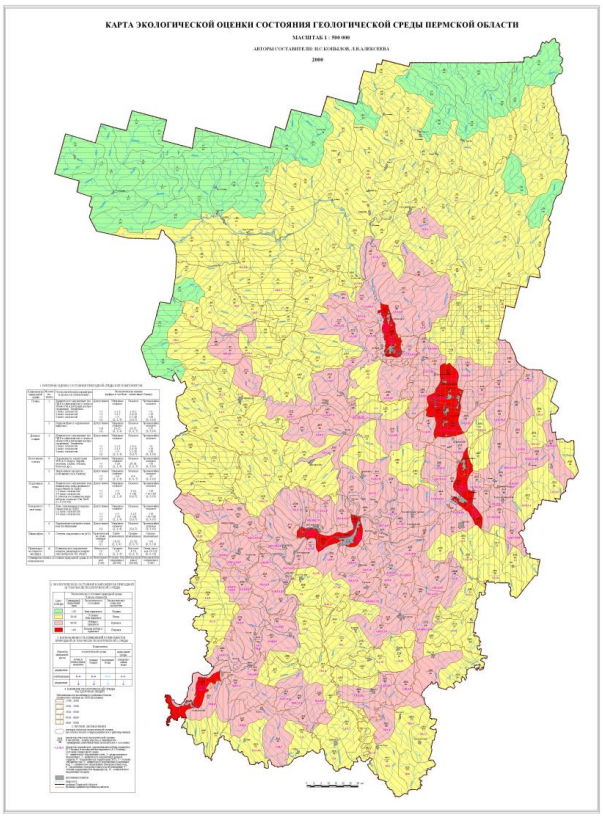



Рис. 4. Карта экологической оценки состояния природно-геологической среды

Первоначально геоэкологическая карта (ГЭК) была составлена в трехлистном варианте, а в дальнейшем был разработан четырехлистный вариант ГЭК, на которой отображается раздельно литосферная, ландшафтная и гидросферная составляющие (в совокупности составляющие геодинамическую, ландшафтно-геохимическую и гидрогеологическую основу ГЭК) и общая степень экологического состояния на основе системы экологических норм, ранжированная по баллам на четыре класса: нормы, риска, кризиса и бедствия. Данные принципы позволяют применять их, как универсальную схему картографического моделирования состояния ГС для различных платформенных регионов.

Блок параметрических карт включал более 300 карт и схем по различным параметрам геологической среды. Блок базовых карт включал: карты техногенной нагрузки, гидрогеологическую, инженерно-геологическую, экзогенных геологических процессов, эколого-гидрогеохимическую, эколого-литогеохимическую, ландшафтно-геохимическую, неотектонической активности и другие интегральные карты. Основными результирующими картами (оценочный блок) являются: эколого-геодинамическая, геоэкологическая, гидрогеоэкологическая и карта экологической оценки состояния геологической среды.

*Анализ современных ландшафтов* показывает, что природные первичные и измененные ландшафты в совокупности с техногенными и геологическими комплексами и объектами являются сложными материальными системами [26]. Ландшафтные комплексы подразделяются на условно природные ландшафты (гольцовые, болотные и естественно-лесные комплексы), природно-антропогенные (вторичные леса, вырубa, луга) и антропогенные ландшафты (сельскохозяйственные и техногенные комплексы – селитебные, промышленные, водохозяйственные ландшафты). Выполнена оценка степени антропогенного воздействия на природные ландшафты, выраженная в баллах в зависимости от типа природопользования. Выделены основные генетические типы ландшафтов, приведена их геоморфологическая и геологическая характеристика, оценка геохимической и геодинамической устойчивости. Одним из важнейших критериев оценки состояния геологической среды Пермского Приуралья являются природные и природно-техногенные геологические процессы (особенно карст, овражная эрозия, заболачивание, оползни, подтопление, комплекс процессов связанных с переработкой берегов водохранилищ, гравитационные процессы в горной части). Особую опасность представляют сейсмоопасные участки, особенно в солеродных, угольных и нефтегазовых районах края, где могут формироваться природно-техногенные провалы.

*Гидрогеоэкологический анализ.* По гидрогеологическому районированию территория Пермского края расположена на стыке и в пределах четырех бассейнов подземных вод первого порядка: восточной окраины Восточно-Русского, Предуральского, Тимано-Печорского и Большеуральского. В верхней части гидрогеологического разреза (в зоне интенсивного водообмена) залегают преимущественно фациально невыдержанные терригенные, карбонатные,

сульфатные и галогенные породы верхнего палеозоя [14, 16, 17]. По степени защищенности подземных вод первого от поверхности водоносного горизонта преобладают незащищенные и слабо защищенные территории; относительно защищенные территории развиты локально. На территории края разведано более 100 месторождений пресных подземных вод, с суммарными эксплуатационными запасами более 1 млн. $м^3$/сут. Однако эксплуатируются только несколько месторождений. Подземные воды верхних горизонтов в Пермском крае так же, как поверхностные, подвержены значительному загрязнению, которое особенно проявляется в наличии нефтепродуктов, тяжелых металлов, хлоридов, нитратов, нитритов, пестицидов. Отмечается очень высокое среднее содержание брома и бора (значительно превышающих ПДК) с формированием обширных аномальных зон (АЗ) и общий дефицит фтора и йода. Определены 14 микроэлементов, имеющих наибольшее распространение в подземных водах зоны активного водообмена, по которым отмечено превышение ПДК. Одни из них имеют регионально повышенные концентрации (Ba, Mn, Ti) с формированием обширных аномальных полей, другие проявляются локально (Sb, Be, Cd, V, Cr, Ni, Pb, Sr), третьи имеют единичное значение (Zn, Co, Mo). Основные аномалии сгруппированы в 13 комплексных гидрогеохимических АЗ с площадями 1,5-7 тыс. $км^2$. Общая региональная оценка состояния подземных вод в зоне активного водообмена показывает, что только 50 % территории имеет допустимую степень загрязнения; 40 % имеет умеренно опасную степень загрязнения; 10% имеет опасную и чрезвычайно опасную степень загрязнения. Отмечается тенденция ухудшения состояния подземных вод, как в региональном плане по всей территории, так особенно локально и зонально во многих районах Пермского Приуралья [4, 10, 22].

*Эколого-литогеохимический анализ* по оценке состояния почво-грунтов и донных осадков показывает, что наиболее опасными по распространению в Пермском Приуралье являются: элементы 1 класса опасности – Pb, Zn, Cd, Be, P и 2 класса опасности – Cr, Cu, Ni. Многие аномалии имеют небольшую площадь или зафиксированы по отдельным точкам, другие содержат обширные поля с превышением фона по ПДК. В пространственном отношении основные аномалии сгруппированы в 21 комплексные литогеохимические АЗ, с площадями 1-3,5 тыс. $км^2$. Генетическая природа их в основном комплексная. Основными факторами выделенных АЗ являются природные условия формирования геохимических полей при контролирующей роли структурно-тектонического и геодинамического факторов. Собственно техногенные аномалии имеют в плане локальный мозаичный характер [11, 12, 15, 23].

*Комплексная оценка экологического состояния природной среды* Пермского края, проведена интегральным способом (по 320 участкам – водосборам рек, площадью 300-700, в среднем 500 $км^2$), по 11 основным оценочным критериям, по10 балльной оценочной шкале. Суммарные действия факторов техногенеза в совокупности с неблагоприятными природно-геологическими условиями привели к тому, что лишь около 15% территории края, в основном северные районы имеют удовлетворительное экологическое

состояние (менее 20 баллов) и отвечают уровню экологической нормы; 48% территории в основном в северной и западной частях края характеризуется условно благоприятными экологическими условиями (напряженным состоянием, 20-40 баллов) и входят в зону экологического риска; 35% территории особенно в центральных и южных районах, характеризуется неблагоприятными экологическими условиями (40-60 баллов) и входят в зону экологического кризиса и 2% территории (Соликамско-Березниковский, Александровско-Кизеловско-Губахинский, Гремячинско-Чусовской, Пермско-Краснокамский, Чайковский и Кунгурский участки), характеризуется весьма неблагоприятными экологическими условиями (более 60 баллов), которые отвечают категории экологического бедствия или катастрофического экологического состояния природной среды [8, 18].

Эффективность регионального гидрогеологического и геоэкологического картографирования полностью зависит от широкого внедрения современных компьютерных технологий. Геоинформационное картографирование проводилось в основном програмными средствами Arc GIS и Arc View GIS. Создан электронный (цифровой) вариант геоэкологической карты (а также всех других карт оценочного и базового блоков) в ГИС – технологиях с многослоевой нагрузкой, которые дополняются новыми слоями и наращиваются по площади по мере изученности территории, что позволяет рассматривать ГЭК, как многофункциональную и динамичную картографическую систему [5, 21]. Данная система была интегрирована в систему более высокого порядка, отдельные ГИС-карты вошли в природопользовательскую систему Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края (ГИС ОГВ Пермского края, экологический блок). В целом, в области природопользования и эколого-геологической безопасности на региональном уровне сформирована система геоинформационного обеспечения Пермского края, состоящая из 4 крупных подсистем: ГИС – «Геоэкология», ГИС – «Гидрогеология», ГИС – «Инженерная геология», ГИС – «Геологическое строение и ресурсы недр» (рис. 5).

Дальнейшее направление региональных геоэкологических и гидрогеологических исследований и картографирования Пермского края связано с проведением комплексного картографического геоэкологического мониторинга, с систематическим обновлением региональных геоэкологических и гидрогеологических карт и баз данных по геологической среде (разработаны в лаборатории геологического моделирования и прогноза ЕНИ ПГНИУ). На территориях городов, где установлено наиболее опасное – кризисное и катастрофическое экологическое состояние природной среды необходима постановка ГЭИК-50, с созданием постоянно действующих геоэкологических и гидрогеологических моделей – карт нового поколения, с оценкой геологической и экологической безопасности.

Рис. 5. Система и подсистемы геоинформационного обеспечения Пермского края геологической, гидрогеологической и экологической информацией для их безопасности и рационального природопользования

## *Библиографический список*


*1. Даль Л.И. Картографирование и оценка экологических рисков южной части Пермского края // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 3 (59). С. 544-550.*

*2. Даль Л.И. Методология анализа и оценки медико-экологических опасностей и рисков // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 4 (60). С. 415-411.*

*3. Даль Л.И., Копылов И.С. Региональные техногенные факторы и их воздействие на природную среду Пермского края // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 7 (63). С. 288-294.*

*4. Даль Л.И., Копылов И.С., Алексеева Л.В. Гидрогеоэкологическая оценка Кудымкарского района // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 9 (65). С. 339-346.*

*5. Коноплев А.В., Копылов И.С., Пьянков С.В., Наумов В.А., Ибламинов Р.Г. Разработка принципов и создание единой геоинформационной системы геологической среды г. Перми (инженерная геология и геоэкология) // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6.*

*6. Копылов И.С. Геодинамические активные зоны Приуралья, их проявление в геофизических, геохимических, гидрогеологических полях // Успехи современного естествознания. 2014. № 4. С. 69-74.*

*7. Копылов И.С. Геоинформационно-картографические модели геоэкологических и инженерно-геологических условий Пермского края // Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края. Пермь, 2011. С. 35-45.*

*8. Копылов И.С. Геоэкологическая роль геодинамических активных зон // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 7. С. 67-71.*

*9. Копылов И.С. Гидрогеологическая роль геодинамических активных зон // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 9-3. С. 86-90.*

*10. Копылов И.С. Гидрогеохимические аномальные зоны Западного Урала и Приуралья // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2012. № 12. С. 145-149.*

*11. Копылов И.С. Закономерности формирования почвенных ландшафтов Приуралья, их геохимические особенности и аномалии // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 4.*

*12. Копылов И.С. Литогеохимические закономерности пространственного распределения микроэлементов на Западном Урале и Приуралье // Вестник Пермского университета. Геология. 2012. № 2. С. 16-34.*

*13. Копылов И.С. Концепция и методология геоэкологических исследований и картографирования платформенных регионов // Перспективы науки. 2011. № 8 (23). С. 126-129.*

14. *Копылов И.С. Основные водоносные комплексы Пермского Прикамья и перспективы их использования для водоснабжения // Успехи современного естествознания. 2014. № 9-2. С. 105-110.*

15. *Копылов И.С. Особенности геохимических полей и литогеохимические аномальные зоны Западного Урала и Приуралья // Вестник Пермского университета. Геология. 2011. № 1. С. 26-37.*

16. *Копылов И.С. Подземные воды западного склона Среднего Урала и их перспективы для водоснабжения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 6-3. С. 460-464.*

17. *Копылов И.С. Поиски и картирование водообильных зон при проведении гидрогеологических работ с применением линеаментно-геодинамического анализа // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 93. С. 468-484.*

18. *Копылов И.С. Принципы и критерии интегральной оценки геоэкологического состояния природных и урбанизированных территорий // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 6.*

19. *Копылов И.С. Районирование и оценка эколого-геодинамической опасности территории Пермского края на основе ГИС и ДЗЗ // Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края. Пермь, 2010. С. 28-38.*

20. *Копылов И.С. Региональные геологические факторы формирования экологических условий // Успехи современного естествознания. №12-1.*

21. *Копылов И.С. Результаты и перспективы региональных гидрогеологических работ в Пермском крае и их геоинформационное обеспечение // Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края. Пермь, 2013. С. 34-40.*

22. *Копылов И.С. Формирование микроэлементного состава и гидрогеохимических аномальных зон в подземных водах Камского Приуралья // Вестник Пермского университета. Геология. 2014. № 3 (24). С. 30-47.*

23. *Копылов И.С. Эколого-геохимические закономерности и аномалии содержания микроэлементов в почвах и снежном покрове Приуралья и города Перми // Вестник Пермского университета. Геология. 2012. № 4 (17). С. 39-46.*

24. *Копылов И.С., Алексеева Л.В. Комплексирование гидрогеологических и эколого-геологических исследований и картографирования в Пермском Предуралье // Научно-методические основы и практика регионального гидрогеологического изучения и картографирования. Тез. докл. второй Всероссийской науч.-практич. конф. М.: ВСЕГИНГЕО, 2001.*

25. *Копылов И.С., Даль Л.И. Геоэкологические оценка состояния природной среды Коми-Пермяцкого округа // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2.*

26. *Копылов И.С., Даль Л.И. Типизация и районирование ландшафтно-геохимических систем // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2.*

27. *Копылов И.С., Коноплев А.В. Геологическое строение и ресурсы недр в атласе Пермского края // Вестник Пермского университета. Геология. 2013. № 3 (20). С. 5-30.*

28. *Копылов И.С., Коноплев А.В. Методология оценки и районирования территорий по опасностям и рискам возникновения чрезвычайных ситуаций как основного результата действия геодинамических и техногенных процессов // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1.*

29. *Копылов И.С., Карасева Т.В., Гершанок В.А. Комплексная геоэкологическая оценка горно-промышленных районов Северного Урала // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 84. С. 113-122.*

30. *Копылов И.С., Лунев Б.С., Наумова О.Б., Маклашин А.В. Геоморфологические ландшафты как основа геоэкологического районирования // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-10. С. 2196-2201.*

31. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Голдырев В.В., Кустов И.В., Красильников П.А. К вопросу об обеспечении геологической безопасности развития городов // Фундаментальные исследования. 2014. № 9-2. С. 355-359.*

УДК 631.423.3

**А.В. Ломаева**
ОАО «Сургутнефтегаз» БПТОиКО, г. Сургут, Россия

# СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВЕ ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ Г.СУРГУТА

*Статья посвящена исследованию условий определения нефти и нефтепродуктов в почве различными методами, сравнительному анализу этих методов и определению их эффективности. Данная статья направлена на выявление проблем с загрязнением почв различными нефтепродуктами.*

*Ключевые слова: спектрофотометрический метод, гравиметрический метод, углеводороды нефти в почве, загрязненность почв.*

**A.V. Lomaeva**
OJSC "Surgutneftegas" Betoko, Surgut, Russia

# SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF OIL CONTENT AND OIL PRODUCTS IN THE SOIL IN THE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF SURGUT

*Article is devoted to research of conditions of definition of oil and oil products in the soil by various methods, to the comparative analysis of these methods and determination of their efficiency. This article is directed on identification of problems with pollution of soils various oil products.*

*Keywords: spektrofotometrichesky method, gravimetric method, oil hydrocarbons in the soil, impurity of soils.*

## Введение

Проблема защиты и сохранения биосферы и проблема нефтяного загрязнения окружающей среды в настоящее время занимает особо важное место среди актуальных проблем. По масштабу распространения ни один другой загрязнитель не может сравниться с нефтью и нефтепродуктам. Загрязнение биосферы углеводородами нефти несет огромную степень нагрузки на все компоненты природной среды. Нефть и нефтепродукты проникают вглубь почв и водоемов, растекаются по поверхности, испаряются в атмосферу, нарушая баланс в существующих экосистемах. Проблемы равновесия экосистем остро стоят в странах с развитой нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленностью, к их числу относится и Россия. Причинами региональных и локальных катастроф в стране являются огромные масштабы добычи, переработки и транспортировки нефти и нефтепродуктов Изучение и оценка эколого-геохимического состояния природной среды является важнейшей общей проблемой геоэкологии и инженерной геологии нефтегазоносных регионов, их геологического и экологического безопасного

© А.В. Ло аева, 2016

развития при комплексном освоении и проведении политики рационального природопользования [6, 9, 10, 12, 20].

Ежегодно в мире добывают свыше 4 млрд. тонн сырой нефти,50 млн. из которой попадает в окружающую среду. От 2 до 10 млн. тонн сырой нефти по тем или иным причинам сбрасывается в мировой океан. С помощью аэрофотосъемки со спутников было зафиксировано, что около 30% всей поверхности океана покрыто нефтяной пленкой [9].

В результате переработки нефти происходит накопление нефтеотходов и нефтешламов, разливы буровых растворов и пластовых вод, что так же вносит вклад в загрязнение среды обитания человека и живой природы [2]. Использование нефти человеком, ее добыча, транспортировка и хранение во внутренних морских водах и на суше отрицательно влияет на развитие всех элементов окружающей среды. В мире насчитывается более 6500 буровых платформ в настоящее время. Перевозкой нефтепродуктов занято более 3 тыс. танкеров [4].

Загрязнения почв характеризуются нарушением важнейших генетических показателей – изменением естественного морфологического профиля; химических и биологических свойств; формирование плотных битумных корок, непроницаемых для микроорганизмов и корней растений; загрязнением воздушного бассейна, вследствие испарения углеводородов вокруг нефтепромыслов; загрязнение промышленных зон нефтепромыслов сероводородом, меркаптанами, аммиаком, сернистым ангидридом и другими токсичными веществами [2].

При разливе на поверхность земли нефть и нефтепродукты сначала просачиваются, смачивая зоны аэрации; на границе между насыщенной и ненасыщенной водой среды идет активная миграция (боковое распространение); на уровне подземной воды может происходить пассивная миграция, то есть унос нефти и нефтепродуктов текущей подземной водой. Часть углеводородов нефти с осадками возвращается на поверхность земли, приводя ко вторичному загрязнению земли и морских водоемов [10].

Опасность для окружающей среды представляет так же использование нефтепродукта в качестве топлива, поскольку нефтепродукты, с поверхности загрязненных грунтовых вод, почвы при испарении образуют газовые ареолы в зоне аэрации. [8]. При этом, при больших концентрациях возможно образование воспламеняющейся топливно-воздушной смеси, что легко может привести к взрыву от малейшей искры. А так же нефтяные пары этилированных бензинов и сернистой нефти и нефтепродуктов наносят сильный урон растительному и животному миру [9].

**Географическое положение**

Для определения суммарного содержания углеводородов нефти в почве спектрофотометрическим методом и гравиметрическим методами в качестве объектов исследования были взяты пробы почв на территории г. Сургута, у притока реки Саймы на пересечении улиц Юности и Университетской. Дата отбора пробы почвы: 28.09.2014 г.

Для установления градуировочной зависимости, нами была использована нефть с Конитлорского месторождения. Дата отбора нефти: 30.11.2012 г.

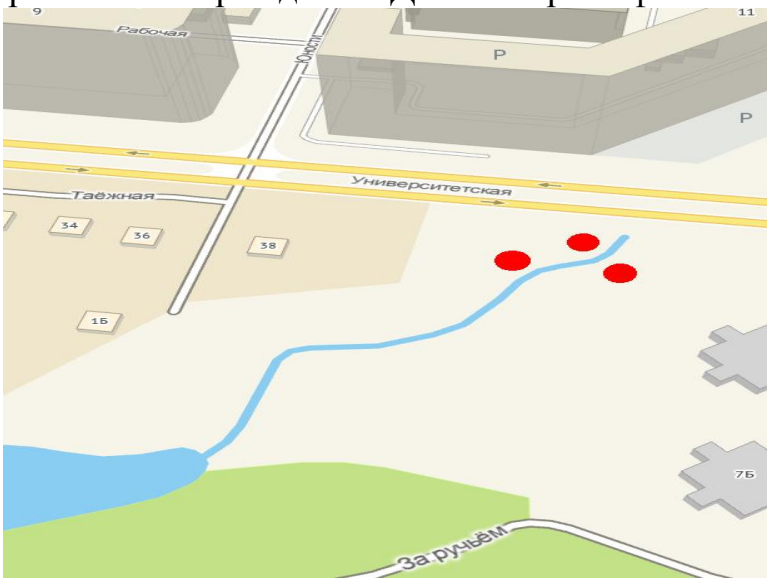



Рис.1. Карта мониторинговой площадки в окрестностях реки Саймы на пересечении улиц Юности и Университетской

Рис.2. Фотография мониторинговой площадки притока реки Саймы на пересечении улиц Юности и Университетской

**Методики определения углеводородов нефти в почве**

***Определение углеводородов нефти в почве гравиметрическим методом*** проводили по методике (РД 52.18.647 – 2003), по которой возможно определение массовой доли углеводородов нефти в диапазоне от 20 до 500000мг/кг почвы. Метод основан на экстракции углеводородов нефти из образца воздушно - сухой пробы почвы хлороформом, отделении от полярных соединений методом колоночной хроматографии после замены растворителя на гексан и количественном определении гравиметрическим методом.

Для определения содержания нефти и нефтепродуктов в почве гравиметрическим методом, по методике провели подготовку пробы почвы. Методом квартования усреднили и отобрали необходимую точную навеску почвы. Для извлечения углеводородов из почвы использовали метод

экстракции.В качестве экстрагентаприменяли органический растворитель – хлороформ. Навеску почвы помещали в колбу, заливали порцией хлороформа и встряхивали в течение 15 минут, после чего экстракт осторожно сливали. Экстракцию повторяли до порции обесцвеченного экстракта. Затем, растворитель отгоняли с обратным холодильником на водяной бане. Остаток высушивали, растворяли в гексане и очищали от полярных соединений на хроматографической колонке с оксидом алюминия. Элюат высушивали от гексана в токе воздуха при комнатной температуре, пробу взвешивали на аналитических весах дважды – после полного испарения гексана и через 30 минут. Если вес навески совпадает, то анализ считается завершенным. Таким образом было исследовано три параллельных пробы (табл. 1).

Таблица 1

Экспериментальные данные определения содержания углеводородов нефти гравиметрическим методом

| **№ пробы** | **Масса навески $m_{нав}$, г** | **$M_1$, г** | **$M_2$, г** | **$\omega_н$ мг/кг почвы** |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 30,0001 | 48,1300 | 48,1437 | 456,6 |
| 2 | 30,0000 | 48,1300 | 48,1433 | 443,3 |
| 3 | 30,0002 | 48,1300 | 48,1440 | 446,6 |
| $\omega_{ср}$ =(448,83 ± 17,19) мг/кг почвы | | | | |

Исследования показали, что в образце почвы, взятой для анализа с набережной реки Сайма на пересечении улиц Юности и Университетской обнаружены углеводороды нефти гравиметрическим методом.

Установлено, что значения массовой доли нефтепродуктов в навеске сходимы, среднее значение величины содержания углеводородов в почве составило 448,83 мг/кг почвы с доверительным интервалом 17,19 мг/кг почвы. При этом, величина относительного стандартного отклонения составила 1,54%.

Анализ литературы и методов исследования углеводородов в почве показал, что более точные результаты определения нефти и нефтепродуктов в почве дает спектрофотометрический метод в ультрафиолетовой и инфракрасной области спектра. Поэтому, для уточнения полученных данных, по содержанию углеводородов нефти в почве далее, мы использовали спектрофотометрический метод в ультрафиолетовой области спектра.

***Для анализа нефти и нефтепродуктов в почве методом спектрофотометрии*** использовали методику (МУК 4.1.1956 – 05), обеспечивающую установление количественного химического анализа почвы для определения в ней нефти в диапазоне концентраций 20 – 7000 мг/кг почвы.

Определяли содержание нефти и нефтепродуктов в почве спектрофотометрическим методом в УФ-области получением элюата, путем

экстракции нефти из исследованного образца почвы и разбавили элюат в 10 раз четыреххлористым углеродом.

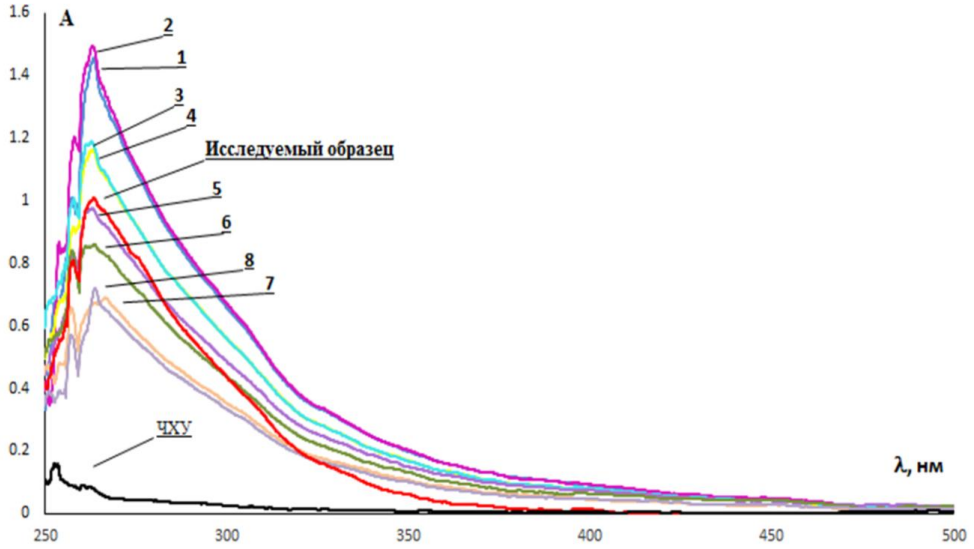
Четыреххлористый углерод используется для экстракции для более полного извлечения углеводородов нефти и нефтепродуктов не только из легких, но и из тяжелых фракций.

Для построения градуировочной кривой, по которой определяли содержание нефти в исследованном образце почвы, приготовили стандартный раствор нефти Конитлорского месторождения (30.11.2012) в четыреххлористом углероде (раствор А), для которой установлен фракционный и компонентный состав.

Процентное содержание компонентов в нефти Конитлорского месторождения, определенное масс-спектрометрическим методом: алканы 56,95%; нафтены 26,77%; ароматические углеводороды 16,19%.

С этой целью аликвоту нефти в объеме $5 \cdot 10^{-6}$мкл растворили в 10 мл четыреххлористого углерода. Далее, разбавляя исходный раствор А в 11, 12, 13, 14, 15, 17, 20, и 21 раз получили восемь стандартных растворов, концентрация нефти в которых меняется от 38, 59 мг/дм$^3$ до 20,21 мг/дм$^3$ соответственно.

Далее спектрофотометрически, в указанных выше условиях определили оптическую плотность стандартных растворов нефти в интервале длин волн от 250 до 500 нм. Типичная зависимость оптической плотности от длины волны приведена на рисунке 3.




1 - 38,591; 2 - 35,375; 3 - 32,654; 4 - 30, 321;5 – 28,300; 6 – 24,971; 7 – 21,225; 8 – 20, 214 мг/дм$^3$

Рис 3. Спектры поглощения углеводородов Конитлорской нефти в зависимости от разведения (С нефти, мг/дм$^3$)

Установлено, что оптическая плотность растворов снижается с уменьшением содержания углеводородов нефти в стандартных пробах. Максимумы пиков соответствуют длине волны, равной 263,1±0,5нм, что соответствует нефтепродуктам с различным содержанием ароматических и ненасыщенных углеводородов УФ-области спектра. Эти исследования

позволили построить градуировочную кривую (рис. 4). Экспериментальные и расчётные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Экспериментальные и расчетные данные определения оптической плотности (А) и содержания нефти (мг/дм$^3$) в стандартных пробах и исследованном растворе

| № пробы | $C_{нефти}$, мг/дм$^3$ | $V_{нефти}$, мкл | А | λ, нм | Кол-во разбавлений |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 38,591 | 0,455 | 1,456 | 263,2 | в 11 раз |
| 2 | 35,375 | 0,417 | 1,492 | 262,9 | в 12 раз |
| 3 | 32,654 | 0,385 | 1,164 | 262,7 | в 13 раз |
| 4 | 30,321 | 0,357 | 1,188 | 262,7 | в 14 раз |
| 5 | 28,300 | 0,333 | 0,975 | 263,2 | в 15 раз |
| 6 | 24,971 | 0,294 | 0,860 | 263,3 | в 17 раз |
| 7 | 21,225 | 0,250 | 0,690 | 266,5 | в 20 раз |
| 8 | 20,214 | 0,238 | 0,720 | 263,7 | в 21 раз |
| λср=(263,1 ± 0,5) нм | | | | | |
| Исследуемый образец | 28,282 | 0,333 | 1,008 | 263,5 | в 10 раз |

По экспериментальным данным построена градуировочная зависимость оптической плотности от содержания нефти в стандартных растворах (рис. 4)

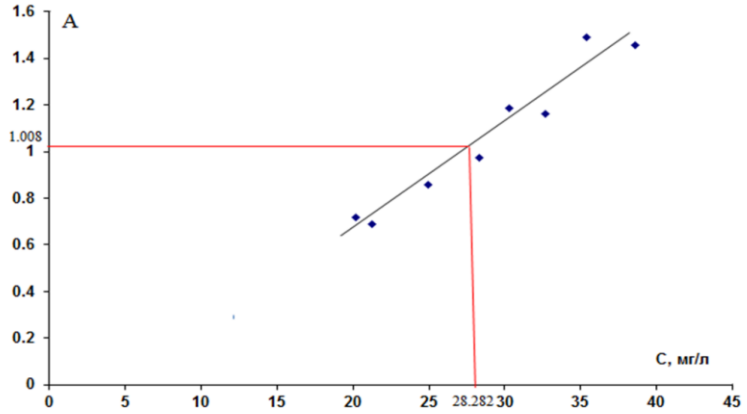



Рис.4. Градуировочная зависимость определения содержания нефти в исследованных образцах почвы при 263,1±0,5 нм

Далее, в выбранных выше условиях определили оптическую плотность исследованного образца почвы, которая составила 1,008 ± 0,01 при длине волны, равной (263,1±0,5)нм.

Полученные результаты свидетельствуют о содержании нефти в пробе почвы, отобранной на пересечении улиц Юности и Университетской у притока реки Сайма (табл. 2).

Далее, по величине оптической плотности по градуировочной зависимости (рис.4) определили содержание нефти в исследованной почве. Расчётные и экспериментальные данные определения оптической плотности и содержания нефти в исследованной почве представлены в таблице.

Показано, что оптическая плотность исследованной пробы почвы входит в интервале оптических плотностей стандартных растворов нефти Канитлорского месторождения в интервале длин волн 250-500 нм и составляет 1,008 ± 0,01, что позволяет определить количество нефти в исследуемой почве.

Далее, по градуировочной зависимости (рис.4) определили концентрацию нефти в растворе и ее содержание на килограмм почвы, которая соответственно составляет 28,282 мг/дм$^3$ и 566,0 мг/кг почвы.

Полученные данные свидетельствуют о допустимом содержании нефти в почве, взятой для исследования с пересечения улиц Юности и университетской, т.е. набережная притока реки Сайма.

**Заключение**. Спектрофотометрический метод определения содержания нефти и нефтепродуктов в почвах в УФ-области спектра позволяет получить данные с высокой точностью, что дает некоторые преимущества данного метода, перед другими методами, используемыми для данного вида исследований. Анализ экспериментальных данных показал, что спектрофотометрический метод дает более высокий результат определения нефтепродуктов, поскольку применение четыреххлористого углерода более полно извлекает углеводороды нефти из пробы почвы, чем хлороформ, используемый для экстракции в гравиметрическом методе. Так же, на результаты повлияло еще и то, что в гравиметрическом методе определение содержания углеводородов нефти происходит за счет взвешивания.

1. В исследуемом образце почвы, спектрофотометрическим и гравиметрическим методом были обнаружили углеводороды нефти в допустимых концентрациях.

2. Анализ нефтепродуктов спектрофотометрическим методом в УФ-области дает результат в 1,26 раз выше, чем анализ гравиметрическим методом.

3. В гравиметрическом методе получение конечного результата происходит путем взвешивания, а не в результате реакции, что снижает точность определения.

4. Различная природа экстрагентов может повлиять на извлечение углеводородов из почвы. Так, в определении углеводородов нефти спектрофотометрическим методом мы использовали экстрагент ЧХУ – с помощью него происходит наиболее полное извлечение органического углерода.

***Библиографический список***

*1. Алимжанова М.Б. Разработка хроматографических методов определения углеводородных горючих в объектах окружающей среды Казахстана: Дис. на соиск. уч. ст. доктора.-Республика Казахстан, Алматы: 2012. 115 с.*

*2. Бородавкин П.П., Ким Б.И. Охрана окружающей среды при строительстве и эксплуатации магистральных трубопроводов. М.: Недра, 1981. 160 с.*

*3. Бродский Е.С., Савчук С.А. Определение нефтепродуктов в объектах окружающей среды // Журнал аналитической химии. 1998. Т.53. №12. С. 1238-1251.*

*4. Булатов А.И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности. /Булатов А.И., Макаренко П. П. Шеметов В.Ю. // М.: Недра. 1997. 470с.*

*5. Воробъева Л.А. Химический анализ почв. М.: Изд-во МГУ. 1998. 272 с.;*

*6. Галкин В.И., Середин В.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В., Копылов И.С., Чиркова А.А. Оценка эффективности технологий очистки нефтезагрязненных грунтов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 6. С. 4-7.*

*7. Другов Ю.С., Родин А.А. Мониторинг органических загрязнений природной среды. Сборник 500 методик. СПб.: Наука,2004. 808 с.*

*8. Жумагулов Б.Т. Экологические проблемы нефтегазовой отрасли // Нефть и газ. 2005. №6. С. 40-45.*

*9. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. М.: Гидрометеоиздат, 1984. 560 с.*

*10. Копылов И.С. Влияние геодинамики и техногенеза на геоэкологические и инженерно-геологические процессы в районах нефтегазовых месторождений Восточной Сибири. Современные проблемы науки и образования. 2012. № 3.*

*11. Копылов И.С. Геоэкология нефтегазоносных районов юго-запада Сибирской платформы. Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т., 2013. 166 с.*

*12. Кожевникова В.П.Сравнительная характеристика методов оценки уровня загрязнения почв нефтепродуктами. /Кожевникова В.П., Околелова А.А. Карасева А.С.// Волгоград.: ВГТУ. 2011. 3 с.*

*13. Лейбович Л.О., Середин В.В., Пушкарева М.В., Чиркова А.А., Копылов И.С. Экологическая оценка территорий месторождений углеводородного сырья для определения возможности размещения объектов нефтедобычи // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 12. С. 13-16.*

*14. Малышева А.Г. Определение концентрации нефти в почве методом инфракрасной спектрофотометрии: Методические указания /А.Г. Малышева, Н.Ю. Козлова, А.А. Беззубов, Н.Ю. Карцева. // Изд-во ГУ НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина, 2005. 11 с.*

*15. Методика выполнения измерений массовой доли НП в минеральных, органогенных, органоминеральных почвах и данных отложениях методом ИКС. ПНД Ф 16.1; 2.2.22-98. Тюмень, 2005. 17 с.*

*16. Методика выполнения измерений массовой концентрации НП в пробах почв гравиметрическим методом ПНД Ф 16.1.41 04. М., 2004. 6 с.*

*17. Околелова А.А., Желтобрюхов В.Ф. Нефтепродукты в почвах и методы их анализа. Волгоград: ВолгГТУ. 2012. 132 с.*

*18. Околелова А.А., Рахимова Н.А., Мерзлякова А.С., Авилова В.С., НгуенТьенЧунг. Определение содержания нефтепродуктов в почвах инструментальными и ИК-спектральными методами. Волгоград: Волгоградский государственный технический университет. 2014. С 89-92.*

*19. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами / утв. Роскомземом 10 ноября 1993 г. и Минприроды РФ 18 ноября 1993.*

*20. Смирнов А.В. Эффективная очистка нефтезагрязненных грунтов с использованием моющих средств: Дис. канд. тех.наук: 11.00.11. СПб.,2000. 143 с.*

*21. Трофимов С.Я.Влияние нефти на почвенный покров и проблема создания нормативной базы по влиянию нефтезагрязнений на почвы /Трофимов С.Я., Амосова Я.М., Орлов Д.С. // Почвоведение. 2000. №2. С. 30-33.*

УДК 504.75.05

**A.V. Minkina**
Perm State University

# CHEMICAL COMPOSITION SINGULARITY OF SMALL URBAN RIVERS ON THE EXAMPLE OF PERM RIVER MULYANKA

*In connection with the development of a new master plan of Perm, effects of urbanization on water bodies become important. This issue is acute due to the fact that a number of the most important small city rivers are planned to be used for recreational purposes. One of the most promising rivers in this respect is the river Mulyanka. The aim of this work is to scrutinize the water chemical composition and to indicate main factors of its formation in the city area of Mulyanka.*

*Keywords. Hydrochemistry, small rivers, chemical analysis, water pollution, recreation.*

**А.В. Минкина**
Пермский государственный национальный
исследовательский университет, г

# ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МАЛЫХ РЕК УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ МУЛЯНКА Г. ПЕРМИ

*В связи с разработкой нового генерального плана развития города Перми вопрос влияния урбанизации на водные объекты приобретает важное значение. Это связано с тем, что ряд наиболее значимых малых рек города планируется использовать в рекреационных целях. Одной из наиболее перспективных в этом отношении рек является река Мулянка. Изучение химического состава воды и основных факторов его формирования на участке р. Мулянка, находящемся в пределах города является целью данной работы.*

*Ключевые слова. Гидрохимия, малые реки, химический анализ, загрязнение вод, рекреация.*

The urbanization effect on a water body survey is important in many cities, particularly in Perm. According to the new general plan of Perm, a number of the most significant small city rivers are planned to be used for recreational purposes. One of the most promising rivers in this respect is the river Mulyanka.

In this regard, the goal of our work is to study the chemical composition of water and main factors of its formation in the city area of Mulyanka (Fig.1).

© А.В. инкина, 2016

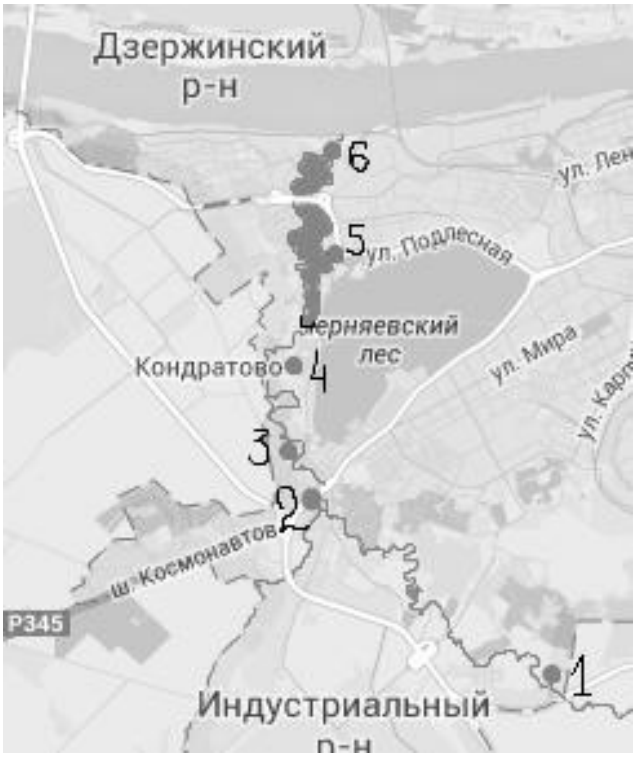



Fig.1. Sample collection scheme

To achieve the aim six observation points (1) were selected with the help of a reconnaissance survey from where the samples of water were taken for a thorough analysis. Point №1 was situated on the border of Perm and the Perm region; point №2 - 30 m below the confluence of the Pydz and the Mulyanka rivers; point №3 – in 1st Yunnatskaya St. (suburban area), point №4 - in Verhnemullyanskaya St. within protected areas, point №5 – in Vstrechnaya St. Podlesnaya St. crossing - below the urban areas, point №6 - in Mulyanka estuary.

In 2013 the chemical analysis of four ingredients (mineralization, NO 2, Cl, $NH_4$) and three indicators (transparency, odor, pH) was conducted along the river during three seasons (spring, summer, autumn).

It was found out that almost all the components under study increased in number in spring and decreased in summer.

Along the river the increase is marked at points 5 and 6. This breaks the general laws of the river's chemical composition formation, since the water flow in them is much higher than in the previous points. Apparently, the anthropogenic factors are in action here, and if so, the chemical content dependence on the flow rate is destroyed.

Most clearly this can be seen by the amount of the mineralization. Therefore, this stage of the research is focused precisely on its dependence. Historical data of water expenses and chemical composition was collected in order to establish the degree of mineralization depending on the expenses of water. Due to the fact that in some years, observations of the river's water regime were not carried out, water expense was calculated through using analogy. It was found out that the relationship between the amount of mineralization and the flow is described by the equation

$$y = -18{,}646\ x + 683{,}58.$$

In order to test the possibility of using this equation for the prediction, field research was conducted: water samples were taken in different years and analysed, the amount of water for the catchment area of each point was calculated.

The calculated and actual data comparison showed that there was a coincidence at points 1, 2, 3, 4. At points 5 and 6 of the forecast of mineralization was not justified – the error here reaches 100%.

The reason for this may be one of the followings: 1) the arrival of highly runoff from a residential area; 2) a decrease in self-purification ability of the river; 3) the discharge of waste waters; 4). flow of contaminated groundwater.

To determine the possibility of pollutants from surface runoff components we used the ArcMap program to make a map of the flow lines. The analysis showed that at point 5 increase in mineralization was caused by its location - a residential area, where streets sprinkled sand and salt mixture, and in accordance with the direction of flow lines act contaminating components in the river. The water chemical composition of the area of point 6 is affected by the waste water coming from industrial enterprises located in the adjacent territory, and water treatment facilities of the city. Besides self-purifying ability at these points is reduced due to expansion of the river and that reduces the flow velocity.

The data analysis of the chemical composition of the groundwater samples in the wells located in the protected areas "Chernyayevsky Forest Park" showed that the quantity of mineralization in these points is negligible and, therefore, groundwater may not be a source of salts in the river Mulyanka.

Thus, the main external source of Mulyanka's pollution is a runoff study part of its watershed.

Given the location of the sources of pollution, the terrain, the direction of movement of lines of surface runoff and the chemical composition of the water we have identified 4 District 1 is the intensity, moderate, minor zag pollution loads and uncontaminated (picture 2).

1 - an area of intense pollution located within the boundaries of the protected areas in the area of residential development to the mouth. Mulyanka.

2 - Region slight contamination of water located within Chernyayevsky Forest Park.

3 - The area of moderate contamination extends from the mouth of the river Pydz to the border Chernyayevsky Forest Park.

4. uncontaminated areas begins at the border city of Perm and ends at the mouth of the river Wad.

It was discovered that to eliminate factors determining the increase in pollution in areas 1 and 2 is hardly possible, so as the recreational facilities at the site is advisable to create parks, boat stations, nature trails. Moreover, to improve the chemical composition of the water can be recommended absorbent crops which are effects vnymi agents for detoxifying waste water. In zone 3, the focus should be given to carrying out works to improve the attractiveness of this zone: coastal protection, and cleaning the bottom of the channel, the coastal zone. The main types of permitted use of this zone can be attributed alley; ecological trails, green spaces,

playgrounds; playgrounds; small architectural forms. As objects of recreation (beaches) is better to use zone 4, as it meets the legal requirements necessary to accommodate organized beaches and picnic area (Fig.2).

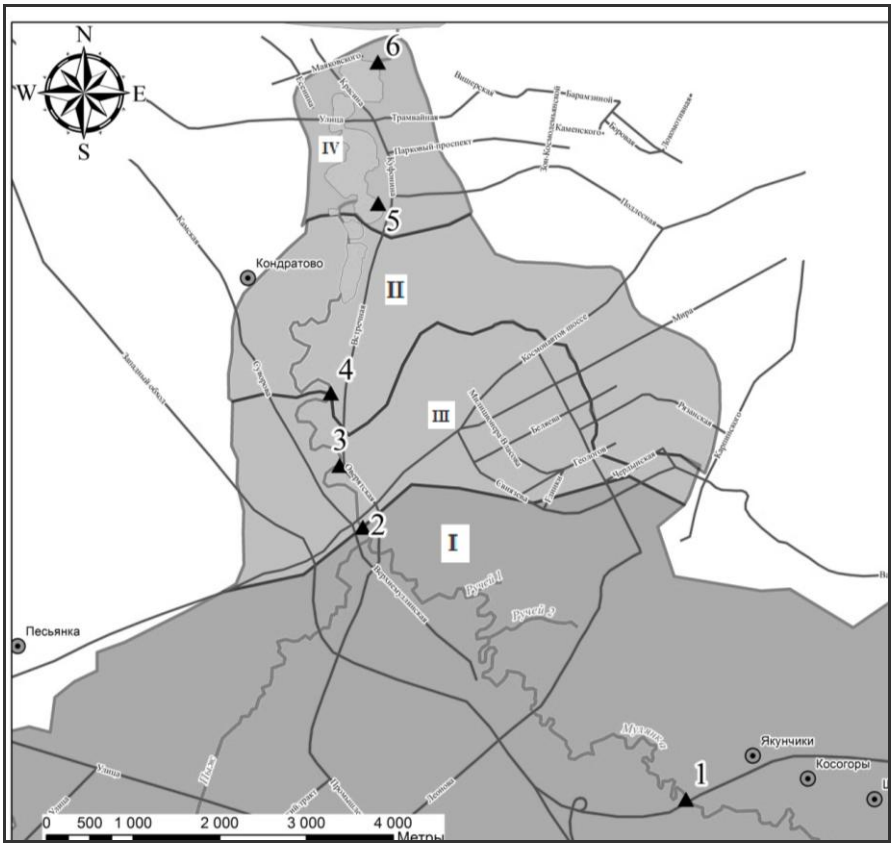



Fig.2. Zoning of Mulyanka river basin within Perm
for its recreational possibilities

From this work come the following conclusions:

1. The main pollutants are ammonia nitrogen and nitrates.

2. The overall patterns of change in the concentration of chemical elements along the river have not been revealed.

3. The cleanest water is in the background alignment; the dirtiest is in two cross-sections - on the border of protected areas - residential development in the mouth.

4. The relationship between the values of salinity and water flow can be traced only by points 1, 2, 3 and 4 and is described by the equation M = -18,646 Q +683,58.

5. At points 5 and 6, the chemical composition is influenced by surface runoff from the catchment area. The main sources of pollution are runoff from a residential area "The park", wastewater treatment plants and industrial plants.

6. The river Mulyanka is in poor condition.

7. Organization of the beaches in the area is suitable at point 1. In the areas between the points 5, 6, 2, 3 must be equipping parks, alleys, nature trails.

УДК 502/504

**С.В. Мусакулова**
г. Уральск, Республика Казахстан

# ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИКАСПИЙСКОГО РЕГИОНА

*Рассмотрены геоэкологические проблемы Прикаспийского региона. Основные экологические проблемы региона связаны с разработкой месторождений нефти и газа.*

*Ключевые слова: геоэкология, окружающая среда, месторождения нефти и газа, Прикаспийский нефтегазоносный регион, Казахстан*

**S.V. Musakulova**
Uralsk, Republic of Kazakhstan

# GEOECOLOGICAL PROBLEMS OF THE CASPIAN REGION

*Geoecological problems of Caspian sea region are considered. The main environmental problems of the region are associated with development of oil and gas.*

*Keywords: ecology, environment, oil and gas, Caspian oil and gas region, Kazakhstan*

**Общая экологическая характеристика**

Проблема экологии в Казахстане, связанная с загрязнением окружающей среды настоящее время является одной из важнейших проблем [1, 6-8].

В Казахстанском секторе Северного Каспия наблюдается практически повсеместная неблагоприятная экологическая обстановка, которая ухудшается с каждым годом. В первую очередь это связано с разработкой крупных нефтяных залежей и переработкой серы оставшейся от очистки нефти, такими фирмами как «Тенгизшевройл» и «Аджип ККО». В итоге нередки утечки нефти и выбросы сероводорода, утечки ликвидируются, или вовсе остаются не замеченными. Что усугубляет экологическую обстановку что сказываться на массовой гибели тюленей, рыб, птиц. В придачу к этому наблюдается рост заболеваемости местного населения, что свидетельствует о том, что выброс распространяется не только на прибрежные зоны, но и уходит вглубь страны. На это указывает и «выжженная» земля этих зон. Данные экологические бедствия оправдываются тем, что утечки и выбросы предопределены природными процессами и неизбежны, а применяемые методы ликвидации их ненадежны, и, по всей видимости не современны. Хотя на самом деле экологическая обстановка начала обостряться с началом на данной местности добычи ресурсов из недр земли, что отягощалось использованием плохих очистных сооружений или полным их отсутствием. И только недавно фирмы начали устанавливать современное оборудование, но естественно они не могут исправить экологическую обстановку за столь короткое время. Отсутствие

© С.В. ак ова, 2016

более или менее вменяемых очистных сооружений объяснялось очень просто, что вредные промышленные отбросы улетают в Европу и Азию, и не влияют на местное население, но экологическое состояние указывает на обратное.

В настоящее время ведутся обсуждения по улучшению экологической обстановки, и разработки новаторских методов ликвидации утечек. Но, несмотря на наличие организации способной заняться устранением и экспертной оценки об экологической угрозе от утечек, в проведении работ и дальнейших исследований было отказано. Так как данные работы являются накладными для бюджета и могут предотвратить утечку в лучшем случае на 20-30 лет. А так же связано с ликвидациями 2004 года, когда после устранения утечек через несколько дней они возобновлялись. Это произошло из-за того что не происходит извлечения как таковых труб из скважин а только заделываются металлом и цементом, а цена таких малополезных пробок может превышать один миллион долларов. В итоге для решения такой проблемы нужно заниматься разработкой новых средств для ликвидации утечек. А именно разработка средств с повышенной надежностью, снижением стоимости и полным исследованием место утечки на наличие других выходов, откуда может произойти, новая утечка, что бы предотвращать их заранее. Несомненно, не только наличие утечек представляет угрозу экологии Каспия, но и современные разработки, кроме этого по сей вероятности, они несут в себе большую угрозу, чем старые.

**Основные экологические проблемы районов крупных месторождений нефти и газа**

От месторождений с протекающими скважинами месторождения Тенгиз и Кашаган отличаются на порядок большими запасами углеводородов, наличием в пластовой продукции около 20% сероводорода, а также углекислого газа и меркаптанов, высоким (до 1000 ат.) пластовым давлением, в 5-10 раз более глубокими скважинами. В 1986 году аварийные выбросы нефти и газа из скв. 37 Тенгизского месторождения продолжались более года, погибли сотни тысяч птиц, резко увеличилась заболеваемость населения и т.п. Считается, что подобная авария на Кашагане привела бы к отмиранию всего живого на Северном Каспии. И такая авария на Кашагане едва не произошла: в 2000 году на разведочной скважине был взрыв и пожар, но подобную Тенгизской аварию удалось предотвратить. Это связано с месторождениями Тенгиз и Кашаган, которые отличаются большим количеством сероводорода приблизительно около 20%, а кроме этого углекислого газа и меркаптанов. На это указывает авария 1986 года в Тенгизском месторождении, когда произошла крупная утечка нефти и газа, которую ликвидировали течении года, и привела к гибели сотен птиц, резкому ухудшению экологической обстановки и заболеваемости местного населения. А ведь месторождение Кашаган является намного опаснее и если бы утечка произошла там, то по подсчетам привела бы к отмиранию почти всего живого на Северном Каспии. И если после окончание, эксплуатации месторождений, произойдет утечка оставшихся углеводородов, как в случае со старыми месторождениями, то произойдет экологическая катастрофа, которая приведет к гибели многих живых организмов и

образованию парникового эффекта. А без разработки новых методов утечки будут, и как показывает авария, могут происходить в процессе разработок. Но проблема заключена не только в этом, а в том что за прошедшие десять лет, стремительно ухудшается экологическая обстановка без каких либо утечек. Это связано с выбросом вредных веществ, таких как сера и азот, которые остаются от добычи нефти и не ликвидируются очистными сооружениями. А это приблизительно 2-4 килограмма на каждую добытую тонну нефти, с уровнем добычи 60 миллионов тон в год. Что указывает на перспективность разработки новых методов обнаружения и ликвидации утечек. Проблема заключается в отсутствие заинтересованности самих предприятий, о чем свидетельствует отказ допуска экспертов для прогнозов на территорию предприятия. Видимо во избежание утечки информации о плохом состоянии оборудования и очистных сооружений. На которое указывает возрастающее количество выбросов в год, каждый год количество которых увеличивается на 10. Данные выбросы можно связать с разгерметизацией труб, за счет коррозии и разъедании этих труб ею. А так как они не заменяются и месторождение, будет продолжать действовать и дальше трубы, все большее будет разыматься, что может привести к крупной аварии. И по прогнозам исследованию 2007 года, безотказный срок работы скважин должен был истечь в 2013 году. Кроме этого проблема заключается в водоносных горизонтах, которые залегают на глубине 800 метров под Тенгизским месторождением. А их близость с морем, при утечке грозит к незаметному выходу нефти и газа в море, если не началось уже сейчас. В итоге данная добыча ставит под удар биоресурсы Каспия, ценность которых превышает стоимость не возобновляемых нефтяных ресурсов. Кроме этого под удар ставиться жизнь людей которые находиться близ добывающих зон и на которых якобы выбросы не производят никакого влияния, хотя возросшая заболеваемость населения указывает на обратное.

Но компании, ведущие разработку, нацелены на получение максимальной прибыли, и не заботятся об ухудшающейся экологической обстановке, здоровье своих сотрудников и местного населения. И не готовы не то что к спонсированию разработок по нейтрализации возможных арий и утечек, а даже к информированию о них. И кроме нерешенности вопроса о предотвращении выбросов после окончания работ, остается нерешенным вопрос о защите окружающей среды на данный момент. А принятая ликвидация скважин и утечек при помощи цементных мостов, как самая дешевая является безнадежно устаревшей и мало эффективной. В целом прекращение разработки месторождений в ближайшем будущем естественно не предвидятся. Единственная причина, по которой предприятия могут быть закрыты в будущем это низкая себестоимость добычи, после добычи основных ресурсов или превышения критических отметок загрязнения среды, когда потребуется современное и дорогое оборудования для предотвращения утечек, что приведет к убыточности добычи. Или в случае большой аварии и экологической катастрофы, которые не позволят продолжать добычу  дальнейшем. Хотя самым правильным было бы консервирование данных недр на срок разработки

плана и методов по безопасной дальнейшей разработки месторождения, что, конечно же, является неосуществимым на сегодняшний день.

Одна из важнейших экологических задач Казахстана – проведение комплексного геоэкологического картографирования нефтегазоносных регионов, в первую очередь – Прикаспийского региона и оценка его экологического состояния. Методика геоэкологических исследований и критерии интегральной геоэкологической оценки для нефтегазоносных регионов разработаны в России и широко применяются на разных стадиях изучения, поисков, разработки месторождений нефти и газа [1-12]. В последние годы в Казахстане также разрабатываются принципы региональных геоэкологических исследований, картографирования и оценки [2], однако, необходимо развивать эти направления более детально.

***Библиографический список***


*1. Галкин В.И., Середин В.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В., Копылов И.С., Чиркова А.А. Оценка эффективности технологий очистки нефтезагрязненных грунтов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 6. С. 4-7.*

*2. Кожназаров А.Д., Мустафаев С.Т. Геоэкология Казахстана. Алматы: Эверо. 2015. 509 с.*

*3. Копылов И.С. Принципы и критерии интегральной оценки геоэкологического состояния природных и урбанизированных территорий // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 6.*

*4. Копылов И.С. Концепция и методология геоэкологических исследований и картографирования платформенных регионов // Перспективы науки. 2011. № 8 (23). С. 126-129.*

*5. Копылов И.С. Научно-методические основы геоэкологических исследований нефтегазоносных регионов и оценки геологической безопасности городов и объектов с применением дистанционных методов / автореферат дис. ... доктора геолого-минералогических наук. Пермь, 2014. 48 с.*

*6. Копылов И.С., Коноплев А.В. Методология оценки и районирования территорий по опасностям и рискам возникновения чрезвычайных ситуаций как основного результата действия геодинамических и техногенных процессов // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1.*

*7. Лейбович Л.О., Середин В.В., Пушкарева М.В., Чиркова А.А., Копылов И.С. Экологическая оценка территорий месторождений углеводородного сырья для определения возможности размещения объектов нефтедобычи // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 12. С. 13-16.*

*8. Чигаркин А.В. Геоэкология и охрана природы Казахстана. Алматы: Санат. 2003. 338 с.*

*9. Bakytzhanova B.N, Kopylov I.S., Dal L.I., Satekov T.T. Geoecology of Kazakhstan: zoning, environmental status and measures for environment protection // European Journal of Natural History. №4 2016. С.28-33.*

*10. Bakytzhanova B.N., Kopylov I.S., Satekov T.T. Regional environmental risk assessment of geosystems of Kazakhstan // Теория и методы исследований в естественных науках: сб. науч. ст. по материалам Международной науч.-практ. конф. / гл. ред. И.С. Копылов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2016. С.154-162.*

*11. http://fb.ru/article/43696/ekologicheskie-problemyi-kazahstana.*

*12. http://www.dishisvobodno.ru/eco_kaz.html.*

УДК 502/504

**И.Ф. Надыров**
Пермский государственный национальный
исследовательский университет

# ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА БКРУ-3 (ВЕРХНЕКАМСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ)

*Выполнен геоэкологический и гидрохимический анализ на Березниковском калийном руднике 3. Изучен химический состав подземных и поверхностных вод. Отмечено значительное превышение предельно допустимых концентраций по микроэлементам.*

*Ключевые слова: геоэкология, гидрогеохимия, подземные воды, рудник, Верхнекамское месторождение калийных солей.*

**I.F. Nadyrov**
Perm State University

# GIDROGEOEKOLOGICHESKIE RESEARCH ON BPM-3 (VERKHNEKAMSKOE DEPOSIT OF POTASSIUM SALTS)

*Geoecological and hydrochemical analysis at the Berezniki potash mine 3 are fulfilled. The chemical composition of groundwater and surface water are studied. A significant excess of maximum permissible concentration of trace elements are observed.*

*Keywords: geoecology, hydrogeochemistry, groundwater, mine, Verkhnekamskoe Deposit of potassium salts.*

## Введение

Проблема экологической и геологической безопасности является одной из наиболее важных при разработке Верхнекамского месторождения калийных солей (ВКМКС), характеризуемого сложными геологическими, геодинамическими, гидрогеологическими, карстовыми условиями. На многих разрабатываемых участках месторождения в настоящее время наблюдается трансформация геологической среды, включая гидрохимический состав природных вод [1, 5, 7-9].

Статья написана по результатам исследований, выполненных на территории г. Березники и и Усольского муниципального района Пермского края, в непосредственной близости шламохранилища калийного рудника БКПРУ-3 (рис. 1).

© И. . ад ров, 2016

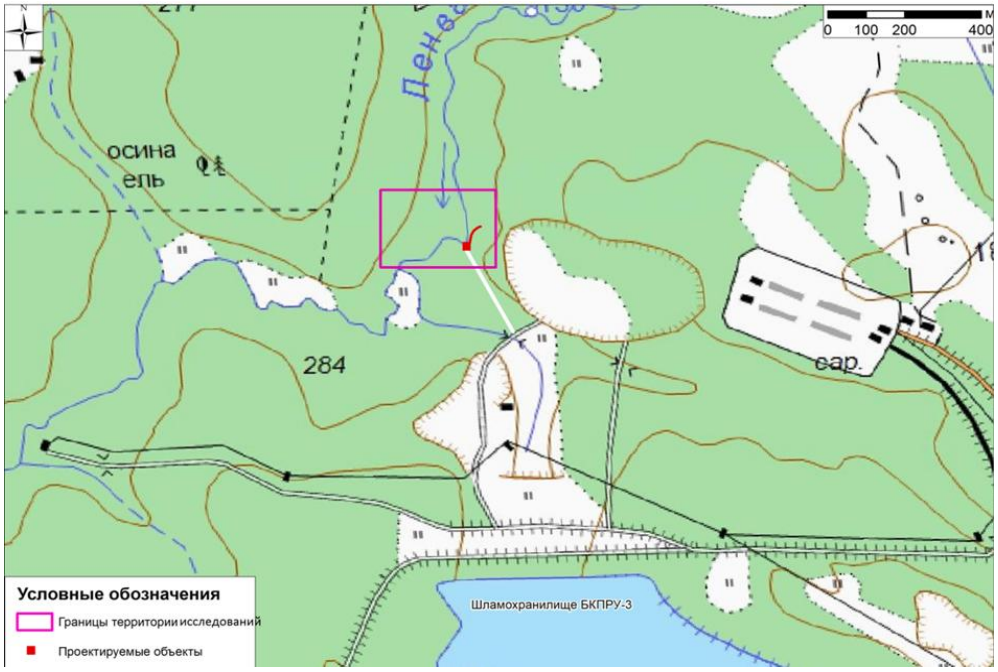



Рис. 1. Ситуационный план территории исследований

БКПРУ-3 относится к структурам ПАО «Уралкалий». Предприятие осуществляет разработку ВКМКС – одного из самых крупных и лучших по своим показателям калийных месторождений в мире. Основным видом деятельности ПАО «Уралкалий» является производство и реализация высококачественных калийсодержащих и комплексных удобрений, бальнеологических солей, а также уникальных спелеокамер.

БКПРУ-3 введено в действие в 1973 г. В начале 1986 г. на БКПРУ-3 была обнаружена протечка рассолов. Принимаемые меры по локализации рассолопроявления не предотвратили затопления выработок и околошахтных участков. В марте 1986 г. все работы в шахте прекращены. 24 июля 1986 г. на месте рудника образовался провал. К декабрю 1986 г. был построен тракт подачи руды с БКПРУ-4 и БКПРУ-3 после непродолжительного перерыва вновь входит в разряд действующих предприятий.

Из шламохранилища БКПРУ-3 происходит фильтрация рассолов, которые загрязняют подземные воды. Выход загрязненных подземных вод происходит на левом берегу реки Ленва в виде выпуска №2 БКПРУ-3.

Главной целью проводимых исследований является характеристика гидрогеоэкологических условий до и после ликвидации выпуска № 2 рудника БКПРУ-3. Для достижения данной цели были проведены следующие исследования: режимные гидрогеологические исследования и обследования зон родниковой разгрузки в долине р. Лёнва, проводимые ПАО «Уралкалий» в 2014 г. для отображения современного состояния подземных вод; режимные наблюдения ПАО «Уралкалий» [11] и изыскания, проведенные в осенние периоды 2013 и 2014 г. для изучения современного состояния поверхностных вод.

**Современное состояние подземных вод**

Объектом изучения является верхний гидрогеодинамический этаж, включающий: четвертичный водоносный комплекс, включающий полигенетический (pgQ) и аллювиальный (aQ) водоносные горизонты; шешминский водоносный комплекс ($P_1$šš); соликамской водоносный комплекс, включающий верхне-соликамский терригенно-карбонатный ($P_1sl_2$) и нижне-соликамский соляно-мергельный ($P_1sl_1$) водоносные горизонты [6, 7].

*Режимные гидрогеологические исследования*

На территории исследования находятся три наблюдательные скважины (1422, 1426а, 1427а). Все скважины обустроены для проведения наблюдений за режимом подземных вод в породах терригенно-карбонатной толщи. Глубина отбора проб воды от 39 до 60 м. Гидрохимическое опробование подземных вод и замеры уровня до 2005 г. проводились два раза в год, начиная с 2005 г. – четыре раза, посезонно.

В годовом цикле наблюдений отмечались естественные сезонные колебания уровня: снижение на 0,3-1,8 м в зимнюю межень (февраль), подъем – на 1,2-3,6 м в период весенне-летнего половодья (май-июнь), снижение на 1-3 м в летний меженный период (август) и разнонаправленные колебания в зимний сезон (декабрь).

В области потенциальной разгрузки высококонцентрированных фильтрационных рассолов в долине р. Ленвы в породах ПТ и верхней части разреза ТКТ гидрохимический режим подземных вод характеризовался устойчивым их засолением. При этом в 1993-1999 гг. минерализация составляла 105-134 г/дм$^3$, затем существенно выросла и стабилизировалась в диапазоне 163-207 г/дм$^3$ (2000-2007 гг.). В 2008-2012 гг. ее значения постепенно снизились с 194 до 71 г/дм$^3$, а с конца 2012 г. и в 2013 г. восстановились на прежнем уровне (174-189 г/дм$^3$). В 2013 г. среди макрокомпонентов преобладали ионы хлора и натрия, отмечалось высокое содержание ионов калия (24-27 г/дм$^3$) и аммония (0,632-1,17 г/дм$^3$). Химический тип вод хлоридный.

По данным обследования, проведенного в ноябре 2014 г., на территории исследования БКПРУ-3 выявлено три родника. Данные родники являются выпуском сточных вод № 2 БКПРУ-3 ПАУ «Уралкалий». Их выход происходит на левом берегу р. Ленвы.Температура воды по результатам обследования равняется +4,0°С, дебит варьирует от 1,0 до 8,0 дм3/с, по характеру напора все родники нисходящего типа.

*Гидрохимический анализ подземных вод*

При гидрохимическом анализе основные показатели химического состава подземных вод по данным режимных скважин, родников сравниваются с ГН 2.1.5.1315-03 и ГН 2.1.5.2280-07 [3, 4].

Химический состав вод (по преобладающим ионам в весовой форме) хлоридный, фациальный состав пестрый – Cl-Na-Ca (родник № 1), Cl- Ca-Na (родники № 2) и Cl-Ca-HCO3 (родник № 3). Отмечается превышение ПДК [2, 3] для хлоридов и магния во всех створах, а так же натрия в родниках 1 и 2, и оксиду азота в водах родника 1. Минерализация изменяется в пределах – от 3,3 до 5,8 г/дм$^3$.

В микроэлементном составе отмечается превышение ПДК [3, 4] по содержанию Ni, As, Sc, Pb в водах всех трех родников и Li в водах родника 1. Данные по микроэлементному составу вод родников приведены в табл. 1.

Таблица 1

Микроэлементный состав подземных вод территории изысканий, 2014 г.

| Содержание | ПДК по ГН 2.1.5.1315-03 и ГН 2.1.5.2280-07 | Место отбора пробы | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Родник № 1 | Родник № 2 | Родник № 3 |
| Li | 30 | **48,74** | 15,08 | 12,12 |
| Be | 0,2 | 0,01 | 0,01 | 0 |
| Ti | 100 | 5,25 | 3,72 | 4,04 |
| V | 100 | 25,6 | 19,15 | 20,92 |
| Cr | - | 72,28 | 54,47 | 60,02 |
| Mn | 100 | 47,81 | 0,54 | 0,69 |
| Co | 100 | 1,01 | 1,74 | 2,15 |
| Ni | 20 | **22,09** | **40,28** | **48,19** |
| Cu | 1000 | 2,32 | 2,65 | 2,81 |
| Zn | 1000 | 3,51 | 1,52 | 1,22 |
| As | 10 | **29,07** | **32,8** | **45,07** |
| Se | 10 | **25,85** | **23,85** | **26,85** |
| Sr | 7000 | 2268,45 | 2792,88 | 3175,14 |
| Mo | 250 | 0,15 | 0,13 | 0,15 |
| Cd | 1 | 0,08 | 0,08 | 0,11 |
| Te | - | 0,15 | 0,15 | 0,31 |
| Ba | 700 | 293,19 | 268,76 | 306,61 |
| Pb | 10 | **46,28** | **31,38** | **29,38** |
| Nb | - | 0,02 | 0,08 | 0,06 |
| Ag | 50 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| Sb | 5 | 0,21 | 0,17 | 0,22 |
| Tl | - | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Bi | 100 | 0,01 | 0,01 | 0 |

**Современное состояние поверхностных вод**

*Результаты режимных наблюдений (2013 г.)*

На р. Ленве расположено 2 гидрологических створа: г/п 4/1 и г/п 5.

Гидрохимический режим реки является нарушенным. В створе г/п 4/1 значения минерализации воды изменялись от 17,4 г/дм3 (зимняя межень) до 1,88 г/дм$^3$ (половодье), 9,25 г/дм$^3$ (летняя межень) и 6,92 г/дм$^3$ (начало зимней межени). Заметное превышение над средне-многолетними значениями минерализации было зафиксировано в феврале (на 60 %) и августе (на 45 %) в условиях жаркой засушливой погоды. Другие опробования показали уровень засоления, меньший, чем среднемноголетний.

Доля солей, поступающих на участок г/п 4/1, составила 1-5 % от величины расхода солей в створе г/п 4/1. Только в феврале при значительном повышении засоления р. Ленвы на участке г/п 3 эта доля составила 18 %.

На нижнем участке г/п 5 минерализация воды была близка к средним значениям в феврале (20,4 г/дм$^3$) и августе (16,9) и меньше ее во время половодья (2,68 г/дм$^3$) и в ноябре (12,3 г/дм$^3$).

Состав воды р. Ленвы в створах указанных гидропостов был преимущественно хлоридный натриево-кальциевый.

*Результаты исследований р. Ленва (2013 г.)*

Для оценки состояния поверхностных вод р. Ленва в 2013 г. было проведено исследование химического состава этих вод. Река Ленва в среднем течении находится под влиянием 2 предприятий БКПРУ-2 и БКПРУ-3, что нашло отражение на результатах исследования. В среднем течении р. Ленва зафиксированы максимальные значения минерализации компонентов и показателей, до 15 г/дм$^3$ при хлоридно-натриевом составе вод. Выше ПДКрх содержание сульфатов, хлоридов, нитритов, кальция, магния, калия, натрия, аммония, ванадия, хрома, марганца, никеля, меди, цинка, селена, стронция. Относительно ПДКхп превышений в микро- и макрокомпонентном составе заметно меньше, повышена минерализация, показатель ХПК, жесткость; содержание хлоридов, сульфатов, магния, натрия, лития, хрома, никеля, мышьяка, селена, кадмия, талия, бария. Из названных компонентов наиболее высокие концентрации прослежены селену, ванадию, хлоридам, натрию, калию.

*Результаты исследований р. Ленва (2014 г.)*

В задачи полевых изыскательских работ входило: проведение маршрутного рекогносцировочного обследования для определения современного состояния р. Ленвы и выпуска сточных дренажных вод БКРУ-3 в виде родников 1, 2, 3 и визуальной оценки площади водосбора в пределах горизонта высоких вод, выбор створов для производства гидрометрических измерений. По результатам проведения рекогносцировочного обследования для производства гидрометрических измерений и опробования были выбраны створы на р. Ленва выше и ниже выпуска сточных вод БКРУ-3. Расходы воды родников определялись объемным методом.

Содержание макрокомпонентов и микроэлементов в поверхностных водах сравнивалось с нормативами качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения [10]. Характеристика основных гидрохимических показателей состава вод дана по справочным материалам [1].

Исследования химического состава поверхностных вод включали определение CO32-, HCO3-, SO42-, Cl-, CO3-, NO3-, NO2-, Ca2+, Mg2+, Na+ и K+, NH4+, Feобщ., сухого остатка, общей минерализации, pH, ХПК, БПК, нефтепродуктов, общей жесткости, взвешенных веществ, микроэлементов (табл. 2).

Исследования донных отложений включали общий химический анализ водной вытяжки, исследование их микроэлементного состава. Химические анализы проводились в лабораториях кафедры динамической геологии и гидрогеологии ПГНИУ, лаборатории физико-химических методов исследований ИГГ УрО РАН.

Таблица 2

Микроэлементный состав вод р. Ленвы (02.11.2014 г.)

| Элемент | ПДК | Место отбора пробы | |
|---|---|---|---|
| | | Створ № 1 | Створ № 2 |
| Li | 0,08 | 0,03661 | 0,01538 |
| Be | 0,0003 | 0,00000 | 0,00000 |
| Ti | 0,06 | 0,00800 | 0,00412 |
| V | 0,001 | **0,04006** | **0,02392** |
| Cr | 0,02 | **0,13427** | **0,07833** |
| Mn | 0,01 | **0,93901** | 0,00277 |
| Co | 0,01 | 0,00388 | 0,00233 |
| Ni | 0,01 | **0,06477** | **0,04842** |
| Cu | 0,001 | **0,00494** | **0,00330** |
| Zn | 0,01 | 0,00258 | 0,00129 |
| As | 0,05 | **0,10525** | 0,04976 |
| Se | 0,002 | **0,07876** | **0,04644** |
| Rb | - | 0,03697 | 0,01616 |
| Sr | 0,4 | **6,09601** | **3,70098** |
| Zr | 0,01 | 0,00006 | 0,00009 |
| Mo | 0,001 | 0,00032 | 0,00035 |
| Cd | 0,005 | 0,00039 | 0,00003 |
| Sn | 0,112 | 0,00007 | 0,00006 |
| Te | - | 0,00036 | 0,00034 |
| Cs | 1 | 0,00008 | 0,00001 |
| Ba | 0,74 | **0,89292** | **0,78719** |
| W | 0,0008 | 0,00014 | 0,00002 |
| Pb | 0,006 | **0,00880** | **0,01085** |

По данным опробования в осенний период 2014 г. воды реки характеризуется хлоридным кальциево-натриевым и натриево-кальциевым составом с минерализацией 6 и 10 г/дм$^3$, в створах 1 и 2 соответственно. Вероятно, что на столь существенное увеличение минерализации реки оказывает скрытая разгрузка, в русле реки высокоминерализованных (до 200 г/дм$^3$) подземных вод. На фоне высокой минерализации отмечено закономерное превышение норм [10] по основным показателям ионного состава вод – Cl-, Na+, K+, Ca2+, Mg2+, NO2-, Feобщ.

Для следующих микроэлементов в водах наблюдаются отклонения от нормативов качества воды для рыбохозяйственного значения [2] по содержанию – ванадия, хрома, марганец, никель, медь, мышьяк, селен, стронций, барий, свинец.

По результатам замера расходов р. Ленва можно сделать вывод, что ее гидродинамический режим в районе изысканий подвержен существенному влиянию шламохранилища БКПРУ-3. Увеличение расхода во втором створе составило 0,01 м$^3$/с. Указанная величина является значительной для малых водотоков.

Таким образом, анализ режимных наблюдений показал, что химический состав подземных вод на территории исследований формируется под влиянием как природных, так и техногенных факторов. Ореол засоления подземных вод,

который фиксируется родниками в долинах рек и режимными наблюдательными скважинами направлен в сторону р. Ленва.

По данным опробования в осенний период 2014 г. поверхностные воды характеризуется хлоридным кальциево-натриевым и натриево-кальциевым составом с минерализацией 6 и 10 г/дм3, в створах 1 и 2 соответственно. Вероятно, что на столь существенное увеличение минерализации реки оказывает скрытая разгрузка, в русле реки высокоминерализованных (до 200 г/дм$^3$) подземных вод. На фоне высокой минерализации отмечено закономерное превышение норм по основным показателям ионного состава вод – Cl-, Na+, K+, Ca2+, Mg2+, NO2-, Fe общ.

В результате проведенного анализа, можно сделать вывод о том, что ликвидация выпуска №2 БКПРУ-3 улучшит экологическую ситуацию в рассмотренном районе.

***Библиографический список***


1. *Белкин В.В., Коноплев А.В., Ковин О.Н., Наумова О.Б. Мониторинг и оценка состояния геологической среды Верхнекамского соленосного бассейна // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5.*
2. *Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / под ред. Т. В. Гусевой. – М.: ФОРУМ-ИНФРА-М, 2007.*
3. *ГН 2.1.5.1315-03. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 27.04.2003.*
4. *ГН 2.1.5.2280-07. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Дополнения и изменения к ГН 2.1.5.1315-03. Главным государственным санитарным врачом РФ 27.09.2007.*
5. *Копылов И.С. Геодинамические активные зоны Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей и их влияние на инженерно-геологические условия // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 5.*
6. *Копылов И.С. Основные водоносные комплексы Пермского Прикамья и перспективы их использования для водоснабжения // Успехи современного естествознания. 2014. № 9-2. С. 105-110.*
7. *Копылов И.С., Коноплев А.В. Геологическое строение и ресурсы недр в атласе Пермского края // Вестник Пермского университета. Геология. 2013. № 3 (20). С. 5-30.*
8. *Копылов И.С., Коноплев А.В. Методология оценки и районирования территорий по опасностям и рискам возникновения чрезвычайных ситуаций как основного результата действия геодинамических и техногенных процессов // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1.*
9. *Копылов И.С., Коноплев А.В. Оценка геодинамического состояния Талицкого участка Верхнекамского месторождения калийных солей на основе ГИС-технологий и ДДЗ // Геоинформатика. 2013. № 2. С. 20-23.*
10. *Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Утверждены приказом Росрыболовства № 20 от 18.01.2010.*
11. *Отчет по инженерным изысканиям по объекту «Анализ фонового состояния природной среды на территории Усть-Яйвинского лицензионного участка Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей». ЕНИ ПГНИУ. Пермь, 2013.*

УДК 504.054

**А.А. Нечаева**
Пермский государственный национальный исследовательский университет

# ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ОСВОЕНИИ РОССИЙСКИХ АРКТИЧЕСКИХ ШЕЛЬФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

*Исследования проводились на основе анализа информации о проблемах разлива нефти и эмиссии газа на арктическом шельфе. Выделена роль техногенных процессов и их влияние на окружающую среду.*
*Ключевые слова: разлив нефти, эмиссия газа, арктический шельф.*

**A.A. Nechaeva**
Perm State University

# THE MAJOR ENVIRONMENTAL PROBLEMS DURING THE DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN ARCTIC SHELF DEPOSITS

*The studies were based on analysis of information about the problems of the oil spill and gas emissions on the Arctic shelf. It highlights the role of technological processes and their effect on the environment.*
*Keywords: oil spill, gas emissions, the Arctic shelf.*

Россия обладает самым крупным в мире континентальным шельфом, который имеет площадь 6,3 млн кв. км. Наиболее значительным минерально-сырьевым потенциалом характеризуются арктические шельфовые зоны, поэтому идет активное освоение шельфа Арктики. Но в тоже время разработка шельфа влечет за собой ряд проблем негативно влияющих на окружающую среду.

Развитие топливно-энергетической отрасли, открытие новых нефтегазовых месторождений способствуют увеличению объемов работ на поисковых и разведочных объектах. Это затрагивает всю инфраструктуру региона и негативно влияет на природную среду, вызывает дополнительные проблемы в области экологии. Планируемая эксплуатация месторождений нефти и газа неизбежно должна еще более ухудшить качество различных элементов окружающей среды этого района: атмосферы, гидросферы, почв и грунтов, растительного и животного мира. Поэтому экологические проблемы являются чрезвычайно актуальными для нефтегазоносных регионов Сибири и Арктики [4].

Самыми масштабными, трудноустранимыми и опасными явлениями следует считать разливы нефти и эмиссию газа метанового состава. В результате этого загрязняются воздушная среда, грунтовый массив, подземные и поверхностные воды, т. е. среда обитания биоты, в том числе и человека.

© А.А. ечаева, 2016

Данная проблема широко рассматривалась в работах многих исследователей (В.К. Гвоздиков, В.М. Зайцев, В.А. Владимиров [2], И.С. Копылов [3, 4], Н.Е. Шахова [7], Р.А. Мочалов [8], В.И. Галкин, В.В. Середин и др. [1, 5]).

Основными причинами возникновения крупных аварий и катастроф и как следствие разлива нефти, являются:

- низкий технический уровень и качество установленного оборудования, низкое качество строительно-монтажных, ремонтных работ и эксплуатации оборудования;
- недопустимо высокий уровень износа основных производственных фондов, включая производства с повышенным риском;
- нерациональное размещение производительных сил, приведшее к концентрации производств повышенного риска на небольших площадях [2].

Экологические последствия разливов нефти носят трудно учитываемый характер, поскольку нефтяное загрязнение нарушает многие естественные процессы и взаимосвязи, существенно изменяет условия обитания всех видов живых организмов и накапливается в биомассе.

Нефть является продуктом длительного распада и очень быстро покрывает поверхность вод плотным слоем нефтяной пленки, которая препятствует доступу воздуха и света.

Международная Ассоциация нефтяной индустрии по сохранению окружающей среды (International Petroleum Industry Environmental Conservation Association) указывает, что во время катастроф не происходит одномоментной массовой гибели рыб, пресмыкающихся, животных и растений. Однако в средне- и долгосрочной перспективе влияние разливов нефти крайне негативно. Разлив тяжелее всего бьет по организмам, обитающим в прибрежной зоне, особенно обитающим на дне или на поверхности.

Если авария произошла неподалеку от города или иного населенного пункта, то отравляющий эффект усиливается, потому что нефть и нефтепродукты образуют опасные «коктейли» с иными загрязнителями человеческого происхождения.

Долговременный эффект подобных происшествий точно неизвестен: одна группа ученых придерживается мнения, что разливы нефти оказывают негативное воздействие на протяжении многих лет и даже десятилетий, другая – что краткосрочные последствия крайне серьезны, однако за достаточно короткое время пострадавшие экосистемы восстанавливаются.

Ущерб от крупномасштабных разливов нефти подсчитать достаточно сложно. Он зависит от многих факторов, таких, как тип разлитых нефтепродуктов, состояния пострадавшей экосистемы, погоды, океанских и морских течений и прочие [8].

Вместе с этим рядом российских и международных экспедиций на шельфе Арктики доказана широкомасштабная эмиссия газа преимущественно метанового состава, особенно сильно происходящая в морях Восточной Арктики. Так называемые газовые факелы – потоки газа в водной толще, выходящего из донных отложений, часто наблюдаются при высокоразрешающей сейсморазведке и на эхограммах. Активизации газовых

факелов способствует деградация многолетнемерзлых пород, являющихся хорошей покрышкой углеводородов, и землетрясения [7].

Исследования содержания метана в воде и воздухе моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря показали, что, эти области являются наиболее активными источниками метана: их эмиссия сравнима с эмиссией всего остального Мирового океана (рис. 1). Как отмечают специалисты Тихоокеанского океанологического института ДвО РАН Н.Е. Шахова и И.П. Семилетов [7] это происходит из-за таяния подводной вечной мерзлоты, причем объемы захороненного под ней метана столь велики, что при прорыве слоя мерзлоты концентрация метана в атмосфере разом может увеличиться на порядки, что приведет к непредсказуемым очень резким изменениям климата Земли.

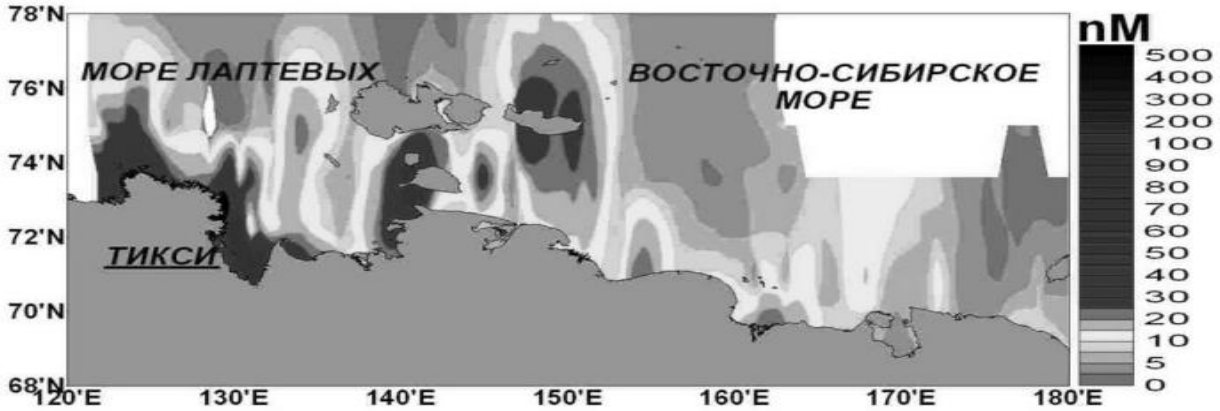



Рис.1.Распределение содержания метана в приповерхностных слоях арктических вод [7]

В заключении можно отметить, что при решении выше упомянутых проблем, широкомасштабное освоение арктических шельфовых месторождений станет более рентабельным, также это приведет к улучшению производства, увеличению добычи углеводородов и, сам процесс добычи и разработки месторождений будет осуществляться с минимальной нагрузкой на окружающую среду.

***Библиографический список***

*1. Галкин В.И., Середин В.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В., Копылов И.С., Чиркова А.А. Оценка эффективности технологий очистки нефтезагрязненных грунтов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 6. С. 4-7.*

*2. Владимиров В.А. Разливы нефти: причины, масштабы, последствия // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. Вып. 1, Т. 4, 2014. С. 217-229.*

*3. Копылов И.С. Влияние геодинамики и техногенеза на геоэкологические и инженерно-геологические процессы в районах нефтегазовых месторождений Восточной Сибири // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 3.*

*4. Копылов И.С. Геоэкология нефтегазоносных районов юго-запада Сибирской платформы. Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т., 2013. 166 с.*

*5. Лейбович Л.О., Середин В.В., Пушкарева М.В., Чиркова А.А., Копылов И.С. Экологическая оценка территорий месторождений углеводородного сырья для определения возможности размещения объектов нефтедобычи // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 12. С. 13-16.*

*6. Мочалов Р.А. Ключевые проблемы и особенности освоения месторождений углеводородов на шельфе арктических и дальневосточных морей // IX Междунар. науч. конгресс и выставка «Интерэкспо ГЕО-Сибирь 2013». Сб. мат-лов Междунар. науч. конф. в 4-х т. Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. С. 148-154.*

*7. Шахова Н.Е. Метан в морях Восточной Арктики / Автореферат дис. ... доктора геолого-минералогических наук. М.: Дальнаука, ДВО РАН, 2010. 48 с.*

*8. http://www.gazeta.ru/science/2010/03/05_a_3334148.shtml.*

*9. http://ria.ru/documents/20090605/173349317.html#ixzz3sWBpu7eT*

УДК 502/504

**М.И. Ярков**
Пермский государственный национальный
исследовательский университет

# ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗАПАДНО-ХОСЕДАЮССКОГО НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

*Изучены геоэкологические условия Западно-Хоседаюсского нефтегазового месторождения. Выполнена оценка экологического состояния.*

*Ключевые слова: геоэкология, окружающая среда, Западно-Хоседаюсское нефтегазовое месторождение, Архангельская область.*

**M.I. Yarkov**
Perm State University

# ASSESSMENT OF ENGINEERING-GEOLOGICAL AND ECOLOGICAL CONDITION OF THE WEST HOSEDAYUSKOE OIL AND GAS FIELDS (ARKHANGELSK REGION)

*Geoecological conditions in West Hosedayuskoe oil and gas fields are studied. Assessment of ecological status is made.*

*Keywords: ecology, environment, Western Hosedayuskoe oil and gas field, Arkhangelsk region.*

**Введение.** При разработке месторождений нефти и газа происходит нарушение естественного состояния природной среды. Часто негативные воздействия нефтегазового фактора имеют серьезные экологические последствия для окружающей среды и биосферы. Нефтяное загрязнение может иметь значительные масштабы. Поэтому еще до разработки месторождений важно установить фоновое экологическое состояние территорий и в дальнейшем проводить мониторинг за состоянием среды. А также своевременно проводить мероприятия по ее защите [1, 6-8].

Район изысканий расположен в центральной части Ненецкого автономного округа Архангельской области на территории Западно-Хоседаюского месторождения. Ближайшим населенным пунктом к месторождению является пос. Хорей-Вер, расположенный в 56 км юго-западнее месторождения. Территория исследования относится по характеру природных условий и проходимости к III категории сложности.

***Изученность геологической среды.***

На территории проведены различные геологические исследования. На площади листов Q-40-V-VI в 1988-1996 гг. Мореюской ГСП проведена гидрогеологическая, инженерно-геологическая и геологическая съёмка

© .И. рков, 2016

четвертичных отложений масштаба 1:200 000. В 2009 г. Государственным унитарным предприятием НАО «Ненецкий информационно-аналитический центр» выполнены комплексные инженерные изыскания, включая инженерно-экологические, по объекту № 0132 «Обустройство Висового месторождения ЦХП (блок № 2) на период пробной эксплуатации». Выполненные работы позволили оценить состояние основных компонентов окружающей природной среды исследуемого района, включая техногенную нарушенность земель. По содержанию контролируемых загрязняющих веществ на ненарушенных участках атмосферный воздух, почвы, воды и донные отложения характеризуются как чистые (фоновые). В этом же году ОАО «Гипровостокнефть» были выполнены комплексные изыскания на объекте «Обустройство Северо-Хоседаюского месторождения ЦХП (блок № 1) на период пробной эксплуатации». В 2014 г. ООО НИППППД «Недра» выполнены инженерно-экологические изыскания по объекту «Обустройство Висового месторождения ЦХП (блок №2) на период полного развития» выполнены на основании договора ООО НИППППД «Недра» с ОАО «Гипровостокнефть» № 0374-СП001/14068 от 24.10.2014 г. [11, 12].

Природные и геологические условия изучены по опубликованным и фондовым материалам [2-5, 9-12].

*Климат района* умеренно-континентальным климатом с коротким и прохладным летом и длительной холодной зимой с устойчивым снежным покровом. Динамичность воздушных масс, частое перемещение климатических фронтов и связанных с ними циклонов обуславливают неустойчивые погодные условия. Характерные черты района – слабая теплообеспеченность, продолжительная суровая зима, короткое прохладное лето, наличие многолетней мерзлоты, низкая биологическая продуктивность. Близость морей, наличие многочисленных рек, озёр и особенно болот способствует большой влажности климата.

В геоморфологическом отношении район работ расположен в центральной части Большеземельской тундры в пределах полого-холмистой поверхности ледово-морской равнины.

*Рельеф* – равнинный, с преобладающими углами наклона до 2°, относительными высотами до 10 м. Максимальная абсолютная отметка участка работ 172 м, минимальная – 102,6 м. Формы мезо- и микрорельефа, в зависимости от литологического состава рельефообразующих пород и других факторов, представлены системой холмов, западин, бугров, котловин и плоских участков, осложненных ложбинами стока. Территория заболочена и покрыта тундровой растительностью.

*Гидрографическая сеть* района изысканий принадлежит бассейну Баренцева моря. Северо-Хоседаюское месторождение расположено в междуречье р. Колва и ее левого притока – р. Лапкосе. Изыскиваемую территорию пересекают левые притоки р. Колва – Изъямылькшор, Мал. Изьятывис. В северной части месторождения берет начало р. Яракотосе – левый приток р. Лапкосе.

*Ландшафтные и геоботанические условия.* Район работ расположен в подзоне южных (кустарниковых) тундр. На водоразделах, в более возвышенных и расчлененных их частях растительность представлена в основном кустарниковыми (ивняково-ерниковыми) сообществами с кустарничково-моховым и кустарничково-лишайниковым покровом в сочетании с торфяными комплексными плоскобугристыми и грядово-мочажинными болотами. Повсеместно водоразделы прорезают небольшие безрусловые ложбины стока или долинки ручейков, образующие густую сеть, занятые травяно-моховыми тальниками (зарослями кустарниковых ив высотой 1,5 – 2,5 м). На плоской заозеренной сильно оторфованной равнине доминируют багульниково-кустарничково - мохово-лишайниковые тундры. По ручьям и низким берегам озер развиты травяно-моховые тальники. Котловины зарастающих термокарстовых озер заняты болотами, характерны кустарниковые формации.

***В геологическом отношении*** район расположен в северной части Большеземельского свода, в пределах Сандивейского поднятия.

Согласно ранее проведенным работам в пределах исследуемого участка на глубину бурения (до 15,0 м) вскрыты отложения четвертичной системы. В составе изученных отложений выделены следующие стратиграфо-генетические комплексы (СГК):

– современных биогенных отложений (b IV);

– современных аллювиальных отложений (a IV);

– верхнечетвертичных-современных озёрно-аллювиальных отложений (la III-IV);

– среднечетвертичных ледниково-морских отложений (роговская свита, gm II).

Современные биогенные отложения имеют покровный характер, вскрываются скважинами с поверхности практически повсеместно. Комплекс представлен торфом темно-коричневым, темно-бурым среднеразложившимся, находящегося как в талом, так и в мёрзлом состоянии. В талом состоянии – насыщенный водой, в мерзлом сильнольдистый с атакситовой криотекстурой. Мощность биогенных отложений до 3,3 м.

Современные аллювиальные отложения развиты в пределах речных долин и представлены песками мелкими с включением обломочного материала и гравийно-галечниковыми грунтами. Мощность современных аллювиальных отложений до 4,7 м. Подстилающие грунты в основном – суглинистые верхнечетвертичные - голоценовые озерно-аллювиальные и суглинистые среднечетвертичных ледниково-морских отложений.

СГК верхнечетвертичных – современных озёрно-аллювиальных отложений вскрывается практически повсеместно в верхней части разреза. Представлен песками мелкими, суглинками и супесями с включением гравия и гальки до 10% и с примесью органических веществ. Отложения находятся как в талом, так и в мерзлом состоянии. Мощность отложений данного СКГ до 4,6 м.

СГК среднечетвертичных ледниково-морских отложений (gm II, роговская свита) вскрывается скважинами повсеместно. Слагает

нижнюю часть разреза на исследуемую глубину. Отложения представлены суглинками, реже супесями и песками, крупнообломочными грунтами, с включениями гравия и гальки до 20 %, иногда с прослоями песка мелкого и примесью органических веществ (для супеси). Отложения подстилают вышележащие озёрно-аллювиальные осадки, находятся как в мёрзлом (по видимой льдистости от слабольдистых до льдистых, массивной и тонкошлировой слоистой криотекстурой), так и в талом (от текучепластичной, до полутвердой консистенции) состоянии. Вскрытая мощность отложений – до 15,0 м.

***В геокриологическом отношении*** район работ расположен в северной геокриологической зоне, в подзоне сплошного распространения ММП, нарушаемого с поверхности «щелями» и «окнами» несквозных таликов. По данным геолого-съемочных работ мощность ММП в районе работ более 300 м, причем нижняя часть, возможно, находится в охлаждённом состоянии (интервал 200-300 м). По данным режимных температурных наблюдений при проведении геолого-съемочных работ мощность ЯГТО (яруса годовых теплооборотов) достигает 10 м. Среднегодовая температура ММП на глубине 10-15 м изменяется в диапазоне от минус 0,5° до минус 1,3°С. Практически все отложения в районе работ являются эпигенетически промерзшими. Исключение составляют наиболее молодые озерно-болотные отложения (торфа и заторфованные грунты). Криогенное строение и льдонасыщенность эпигенетических мерзлых пород характеризуются большой изменчивостью в зависимости от литологического состава, увлажненности, степени засоленности и других факторов.

***Из современных экзогенных процессов*** преобладают сезонное пучение грунтов, термокарст и заболачивание.

*Сезонное пучение*. Связано с промерзанием СТС. При наступлении отрицательных температур СТС промерзает как сверху, так и снизу. В результате сдавливания талого слоя возможна деформация поверхности с образованием небольших сезонных бугров пучения высотой до 0,1-0,2 м и в диаметре до 0,5 м.

*Термокарст.* Состоит в оттаивании льдистых грунтов и подземных льдов, сопровождающихся их осадкой и образованием отрицательных форм рельефа. Наиболее льдистыми в районе работ являются торфяные грунты, следовательно, наиболее интенсивное проявление термокарста приурочено к полям развития этих отложений.

*Заболачивание.* Локальное заболачивание (образование небольших мочажин) приурочено к понижениям торфяника. Обусловлено близостью водоупора (ММП), льдистостью торфов, их низкими фильтрационными свойствами и крайне низкой испаряемостью. Площадное заболачивание связано с зонами площадных и линейных техногенных нарушений.

**Гидрогеологические условия.**

Согласно данным государственных гидрогеологических съемок масштаба 1:200 000 на описываемой площади до глубины распространения подошвы

регионального водоупора (20-100м) выделяются следующие гидрогеологические подразделения:

– сезонно-водоносный таликовый современный болотный слой (b Q IV);

– водоносный таликовый современный аллювиальный горизонт (aQ IV);

– водоносный таликовый современный озерный горизонт (lQ IV);

– водоносный криогенно-таликовый верхнечетвертичный, современный озерно-аллювиальный горизонт (la Q III-IV);

– водоносный криогенно-таликовый средне-верхнечетвертичный аллювиально-озерный и озерно-ледниковый комплекс (al,lg Q II-III);

– водоупорный криогенно-таликовый ледниково-морской вычегодский горизонт (gm QIIvč);

– водоупорный локально-водоносный криогенно-таликовый нижне-среднечетвертичный озерно-ледниковый и ледниково-морской комплекс (lg,gm Q I-II).

По совокупности геолого-геоморфологических, геокриологических и гидрогеологических условий район работ относится к сложным (III категория) (СП 11-105-97, часть IV, приложение Б).

**Техногенное воздействие.**

Район месторождения в процессе геологоразведочных и добычных работ подвергался интенсивному техногенному воздействию. Основной вид воздействия – использование в летнее время гусеничного и другого транспорта и производство планировочных и других видов земляных работ в процессе подготовки строительных площадок и рекультивации.

В результате техногенного воздействия произошло:

– уничтожение почвенно-растительного покрова и нарушение верхних горизонтов «активного» слоя;

– увеличение мощности СТС от 30 до 100 %;

– замена первичных растительных сообществ (мхов, лишайников, кустарничков) пионерными видами (в основном травами);

– нарушение естественного термовлажностного режима грунтов;

– активизация экзогенных геологических процессов – заболачивания, термокарста и термоэрозии.

**Оценка экологического состояния природной среды.**

Современное состояние компонентов окружающей среды характеризуется следующим образом:

*Атмосферный воздух.* Представленные фоновые показатели загрязнения атмосферного воздуха не превышают значений предельно-допустимых концентраций (ПДК) или ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) в атмосферном воздухе населенных мест. Измеренные показатели контролируемых веществ в атмосферном воздухе находятся в пределах фона и не превышают значений предельно-допустимых концентраций (ПДК) или ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) в атмосферном воздухе населенных мест.

*Поверхностные воды* на участке работ от нейтральных до слабощелочных pH от 7,1 до 7,7, пресные с содержанием сухого остатка 61-188 мг/дм$^3$. В

поверхностных водах отмечается превышение ПДКр.х. по нитрит-ионам (1,8 до 2 ПДК), иону аммония (1,06 ПДК), железу общему (1,6-6,8 ПДК) – во всех пробах, меди (2,0-5 ПДК) – во всех пробах, свинцу (2,16 ПДК), цинку (1,2 ПДК).

*Донные отложения.* Результаты химического опробования показали, что в донных отложениях содержание загрязняющих веществ по всем показателям не превышают нормативных ПДК (ОДК).

*Грунтовые воды* на участке работ пресные с содержанием сухого остатка от менее 50 до 210 мг/дм$^3$. Во всех пробах отмечается повышенное содержание железа общего (1,6÷3,2 ПДК), а также марганца (1,2÷4,9 ПДК). Повышенные концентрации таких показателей как железо и марганец в природных водах типичны для водных объектов Европейского Севера в целом. Обусловлено это природными процессами – наличием огромных площадей заболоченных территорий. Содержание остальных контролируемых химических показателей не превышает допустимых норм. Превышения загрязняющих веществ в долях ПДК соответствуют относительно удовлетворительной экологической ситуации.

*Почвы.* Содержание нефтепродуктов в отобранных пробах почв составляет от менее 50 мг/кг до 394 мг/кг, что соответствует чистой категории загрязнения. Содержание бенз/а/пирена в большинстве проб почв менее 0,001 мг/кг при величине ПДК 0,02 мг/кг. Согласно результатам геохимического опробования почв на исследуемой территории содержание всех основных контролируемых показателей не превышает предельно допустимых (ориентировочно допустимых) концентраций. По оценочной шкале степени химического загрязнения эти почвы относятся к допустимой категории загрязнения (Zc меньше 16). Отобранные образцы почвы соответствуют требованиям СанПиН 2.1.7.1287-03 и по степени эпидемической опасности относятся к категории «Чистая».

*Радиационная обстановка.* Фоновая мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в районе работ не превышает допустимых уровней радиационной безопасности. По результатам измерения мощности дозы МЭД гамма-излучения на изыскиваемых участках, аномальных участков обнаружено не было. Измеренные показатели (максимальное значение 0,09 мкЗв/час) не превышают допустимые уровни. Во всех контрольных точках *плотность потока радона* составила менее 20 мБк/м$^2$с, при этом нормативное значение – 250 мБк/м$^2$с. Исследуемые пробы почв по содержанию техногенных радионуклидов (цезий-137) не превышают установленных радиационно-гигиенических нормативов, регламентированных СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности-99/2009».

На территории Северо-Хоседаюского, Висового, Западно-Хоседаюского, Северо-Сихорейского, Сюрхаратинского, Восточно-Сихорейского нефтяных месторождений ООО «СК «РУСВЬЕТПЕТРО» ведется мониторинг окружающей среды по специально разработанной «Программе мониторинга окружающей среды на территории месторождений участков «ЦХП БЛОКИ №№ 1, 2, 3, 4» ООО «СК «РУСВЬЕТПЕТРО» в Ненецком автономном округе,

согласованной Управлением Федеральной службы в сфере природопользования по НАО.

Реализация программы мониторинга окружающей среды и состояния недр на территории месторождения осуществляется ООО «Экогеосервис» и ООО «ИНБАС». Наблюдения ведутся за состоянием атмосферного воздуха, природными водами, почвами, а также за состоянием растительного и животного мира.

***Библиографический список***


*1. Галкин В.И., Середин В.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В., Копылов И.С., Чиркова А.А. Оценка эффективности технологий очистки нефтезагрязненных грунтов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 6. С. 4-7.*

*2. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. Справочные материалы. Гусева Т.В. и др. Эколайн 2000.*

*3. Гидрогеология СССР. Том XLII. Коми АССР и Ненецкий национальный округ Архангельской области. / Под ред. А.В. Сидоренко. М., Недра, 1970.*

*4. Забоева И.В., Игнатенко И.В., Попов В.А., Казаков В.Г Государственная почвенная карта СССР «Объяснительная записка к листу «Печора». – Москва, Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 1987.*

*5. Исаченко А.Г. Ландшафты СССР. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1985. 320 с.*

*6. Копылов И.С. Неотектонические и геодинамические особенности строения Тимано-Печорской плиты по данным аэрокосмогеологических исследований // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2012. № 6. С. 341-351.*

*7. Копылов И.С. Геоэкология нефтегазоносных районов юго-запада Сибирской платформы. Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т., 2013. 166 с.*

*8. Копылов И.С. Научно-методические основы геоэкологических исследований нефтегазоносных регионов и оценки геологической безопасности городов и объектов с применением дистанционных методов / автореферат дис. ... доктора геолого-минералогических наук. Пермь, 2014. 48 с.*

*9. Лейбович Л.О., Середин В.В., Пушкарева М.В., Чиркова А.А., Копылов И.С. Экологическая оценка территорий месторождений углеводородного сырья для определения возможности размещения объектов нефтедобычи // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 12. С. 13-16.*

*10. Почвенная карта Республики Коми, масштаб 1:600000. Филиал Севзапгипрозема в Коми АССР, 1982.*

*11. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 3. Северный край. Л.: Гидрометеоиздат, 1972.*

*12. Технический отчет по инженерно-экологическим изысканиям на объекте «Обустройство Северо-Ошкотынского нефтяного месторождения ЦХП (блок № 4)». ООО НИППППД «Недра». Дог. № 0366/Недра/14009 – г. Пермь, 2014.*

*13. Технический отчет по инженерно-экологическим изысканиям на объекте «Обустройство Западно-Хоседаюского месторождения ЦХП (блок № 3) на период полного развития». ООО НИППППД «Недра». Дог. № 0375/Недра/14069 – г. Пермь, 2015.*

УДК 624.131

**Т.К. Ажгихина**
Пермский государственный национальный
исследовательский университет

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА НА ПУЧИНИСТОСТЬ ГРУНТА

*При изучении морозного пучения необходимо обращать особое внимание на глинистые грунты, так как они подвержены ему в наибольшей степени. Выявленная зависимость показала, что при увеличении в грунте пылеватых и глинистых частиц его пучинистость увеличивается.*

*Ключевые слова: морозное пучение, степень пучинистости грунта.*

**T.K. Azhgikhina**
Perm State University

# STUDY THE EFFECT OF PARTICLE SIZE DISTRIBUTION ON THE DEGREE HEAVING OF GROUND

*In the study of frost heaving, we should pay special attention to clay grounds, as they are more prone to this process. The revealed dependence showed that an increase in dust and clay particles increases the degree of frost heaving of the ground.*

*Keywords: frost heaving, degree heaving of ground.*

Морозное пучение представляет сложное физико-химическое явление, проявляющееся в дисперстных грунтах определенного гранулометрического состава. Пучинистыми (морозоопасными) грунтами называются такие грунты, которые при промерзании обладают свойством увеличивать свой объем при переходе их в мерзлое состояние (то есть подвержены морозному пучению). Внешнее проявление морозного пучения грунтов заключается в неравномерном поднятии дневной поверхности за счет образования ледяных включений.

Изучение пучинистости грунтов является актуальным, так как морозное пучение оснований сооружений приводит к неравномерным деформациям конструкций, нарушает проектные режимы их работы, и, в связи с этим, оно является серьезным препятствием при освоении территорий. Опыт строительства и эксплуатация различных сооружений на промерзающих

© .К. А и ина, 2016

грунтах показад, что наиболее неблагоприятно, с точки зрения пучинистости, являются глинистые грунты [6].

Показателем пучинистости грунта является степень пучинистости, которую следует определять по значению относительной деформации морозного пучения, полученному по результатам испытаний образцов грунта в специальных установках, обеспечивающих вертикальное промораживание образца исследуемого грунта в заданном температурном и влажностном режимах, и измерение перемещений его поверхности.

Величина деформации морозного пучения грунта и сила морозного выпучивания фундаментов в основном обусловлены следующими факторами: составом грунта в зоне промерзания с пучинистыми свойствами, состоянием природной влажности и условиями увлажнения грунтов, значениями отрицательной температуры промерзающего грунта, составом жидкой компоненты.

В большей степени морозному пучению подвержены тонкодисперсные глинистые грунты: глины, супеси, суглинки, а также некоторые пески (от пылеватых до мелких) [4, 9, 10].

Цель исследований – определение величины изменения степени пучинистости грунта при увеличении в его составе количества пылеватых и глинистых частиц.

В ходе исследования использовались грунты, искусственно созданные, путем смешивания из первоначального (исходного) материала. Район отбора исходных проб – Пермский край. В соответствии с инженерно-геологическим районированием, территория имеет сложные инженерно-геологические условия, обусловленные большим разнообразием природных и техногенных факторов, развитием различной интенсивности опасных геологических процессов, сложностью геодинамических, гидрогеологических, геоморфологических, литолого-фациальных обстановок. Вместе с тем, она остается слабо изученной по инженерно-геологическим условиям, несмотря на относительно продолжительный период изучения геологической среды [7, 8].

Исходный материал представлен следующими грунтами: каолиновая глина, г. Александровск; супесь легкая песчанистая, п. Усть-Качка; супесь тяжелая пылеватая (полученная путем просева проб пылеватого песка из разных мест края по данным лаборатории ООО НИППППД «Недра»).

Гранулометрический состав исходных грунтов представлен в табл. 1.

Подготовка грунтов к исследованию проведена в два этапа.

На первом этапе к супеси песчанистой (Усть-Качка) добавлялась каолиновая глина (г. Александровск) в разном процентном содержании (3%, 10%, 14%, 35%). Получены грунты, условно названные «песчанистые».

На втором этапе к супеси пылеватой добавлялась каолиновая глина (г. Александровск) в разном соотношении (1:1, 2:1, 1:2). На этом же этапе проводилось испытание самого каолина Александровского. Получены грунты, условно названные «пылеватые».

На каждом этапе было создано четыре пробы грунта с разным содержанием пылеватых и глинистых частиц [1, 3]. Гранулометрический состав исследуемых грунтов представлен в табл. 2.

Таблица 1

Гранулометрический состав и физические свойства грунтов

| № пробы | Номенклатура грунта, место отбора | Гранулометрический состав, % | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 10-5 | 5-2 | 2-1 | 1-0,5 | 0,5-0,25 | 0,25-0,1 | 0,1-0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,005 | <0,005 |
| 1 | Глина каолинитовая, г. Алек-сандровск | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 18,4 | 19,2 | 8,8 | 53,6 |
| 2 | Супесь тяжелая пылеватая | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 53,4 | 23,8 | 14,9 | 7,9 |
| 3 | Супесь, легкая песчанистая п. Усть-Качка | 0,31 | 0,35 | 0,51 | 4,15 | 15,7 | 62,2 | 3,98 | 4,4 | 3,6 | 4,8 |

Таблица 2

Гранулометрический состав исследуемых видов грунтов

| Проба№ | Номенклатура грунта | Гранулометрический состав, % | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 10-5 | 5-2 | 2-1 | 1-0,5 | 0,5-0,25 | 0,25-0,1 | 0,1-0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,005 | <0,005 |
| 1 | Супесь легкая песчанистая | 0,31 | 0,35 | 0,51 | 4,15 | 15,7 | 62,2 | 3,98 | 4,4 | 3,6 | 4,8 |
| 2 | Супесь легкая песчанистая | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 4,0 | 15,2 | 60,4 | 4,4 | 4,8 | 3,8 | 6,2 |
| 3 | Супесь тяжелая песчанистая | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 3,8 | 14,3 | 56,6 | 5,2 | 5,7 | 4,1 | 9,2 |
| 4 | Суглинок легкий песчанистый | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 3,6 | 13,8 | 54,6 | 5,8 | 6,2 | 4,2 | 10,8 |
| 5 | Суглинок тяжелый песчанистый | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 3,1 | 11,6 | 46,1 | 7,9 | 9,3 | 3,1 | 20,0 |
| 6 | Суглинок легкий пылеватый | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 47,5 | 23,0 | 13,9 | 15,5 |
| 7 | Глина легкая пылеватая | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 35,9 | 21,5 | 11,9 | 30,7 |
| 8 | Глина легкая пылеватая | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 27,2 | 20,3 | 10,2 | 42,1 |
| 9 | Глина тяжелая | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 18,4 | 19,2 | 8,8 | 53,6 |

В процессе подготовки образцов непосредственно к замораживанию, определялась их физические свойства [2].

Перед замораживанием, добавлением дистиллированной воды задан влажностной режим каждой пробы грунта. Трем образцам от каждой пробы была задана влажность, близкая к границе раскатывания, и трем – близкая к границе текучести.

Испытания образцов грунта проводились в специальных установках, обеспечивающих их вертикальное промораживание в заданном температурном и влажностном режимах, в закрытой системе, т.е. без дополнительного подтока влаги. Измерялись перемещения поверхности образцов [4].

Установка для определения степени пучинистости грунта приведена на рис. 1 и 2.

Рис.1. Прибор для нагружения образцов грунта, образцы грунта в обойме

Рис.2. Устройство для измерения вертикальных деформаций грунта

В ходе работ определена величина степени пучинистости шестнадцати образцов при влажности, близкой к влажности на пределе раскатывания и близкой к границе текучести [2, 4].Результаты исследований пучинистости грунтов представлены в табл. 3.

По полученным значениям выявлено, что при низкой влажности, приближенной к границе раскатывания, песчанистые грунты являются непучинистыми. Пылеватые грунты слабопучинистыми.При высокой влажности, приближенной к границе текучести песчанистые грунты являются непучинистыми и слабопучинистыми. Пылеватые грунты слабопучинистыми и среднепучинистыми.

По данным результатов исследования составлены графики зависимости величины степени пучинистости от суммарного процентного содержания пылеватой и глинистой фракций для исследуемых песчанистых и пылеватых грунтов при влажности, близкой к границе раскатывания и при влажности, близкой к границе текучести (рис. 3-6).

Таблица 3

Изменение степени пучинистости грунта в завизимости от гранулометрического состава грунта

| Проба№ | Номенклатура грунта | Содержание частиц <0,05мм | | Влажность на границе раскатывания, % | Влажность на границе текучести, % | Плотность грунта при замораживании, г/см3 | Пористость, % | Влажность при замораживании, % | Степень пучинистости,см | Классификация по относительной деформации грунта |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,05-0,005 | <0,005 | | | | | | | |
| 1 | Супесь легкая песчанистая | 8,6 | 6,2 | 16,0 | 19,0 | 2,07 | 25,5 | 14,0 | 0,003 | не пучинистый |
| 2 | Супесь тяжелая песчанистая | 9,8 | 9,2 | 14,5 | 20,0 | 2,30 | 28,0 | 14,5 | 0,004 | не пучинистый |
| 3 | Суглинок легкий песчанистый | 10,4 | 10,8 | 14,0 | 21,0 | 2,30 | 31,0 | 14,5 | 0,004 | не пучинистый |
| 4 | Суглинок тяжелый песчан. | 12,4 | 20,0 | 16,0 | 24,5 | 2,30 | 34,0 | 16,0 | 0,005 | не пучинистый |
| 5 | Супесь легкая песчанистая | 8,6 | 6,2 | 16,0 | 19,0 | 2,25 | 38,7 | 20,0 | 0,004 | не пучинистый |
| 6 | Супесь тяжелая песчанистая | 9,8 | 9,2 | 14,5 | 20,0 | 2,20 | 39,5 | 19,5 | 0,007 | не пучинистый |
| 7 | Суглинок легкий песчанистый | 10,4 | 10,8 | 14,0 | 21,0 | 2,30 | 39,0 | 20,0 | 0,008 | не пучинистый |
| 8 | Суглинок тяжелый песчан. | 12,4 | 20,0 | 16,0 | 24,5 | 2,70 | 19,0 | 24,0 | 0,01 | слабо пучинистый |
| 9 | Суглинок легкий пылеватый | 36,9 | 15,5 | 22,0 | 31,0 | 2,30 | 46,7 | 25,0 | 0,004 | не пучинистый |
| 10 | Глина легкая пылеватая | 33,4 | 30,7 | 27,0 | 45,5 | 2,30 | 58,0 | 32,0 | 0,01 | слабо пучинистый |
| 11 | Глина легкая пылеватая | 30,5 | 42,1 | 28,0 | 47,0 | 2,40 | 53,1 | 30,0 | 0,03 | слабо пучинистый |
| 12 | Глина тяжелая | 28,0 | 53,6 | 29,0 | 62,0 | 2,40 | 63,0 | 38,0 | 0,035 | слабо пучинистый |
| 13 | Суглинок легкий пылеватый | 36,9 | 15,5 | 22,0 | 31,0 | 2,30 | 52,5 | 30,0 | 0,008 | не пучинистый |
| 14 | Глина легкая пылеватая | 33,4 | 30,7 | 27,0 | 45,5 | 2,30 | 68,7 | 45,0 | 0,02 | слабо пучинистый |
| 15 | Глина легкая пылеватая | 30,5 | 42,1 | 28,0 | 47,0 | 2,30 | 70,1 | 47,0 | 0,04 | средне пучинистый |
| 16 | Глина тяжелая | 28,0 | 53,6 | 29,0 | 62,0 | 2,30 | 74,5 | 60,0 | 0,04 | средне пучинистый |

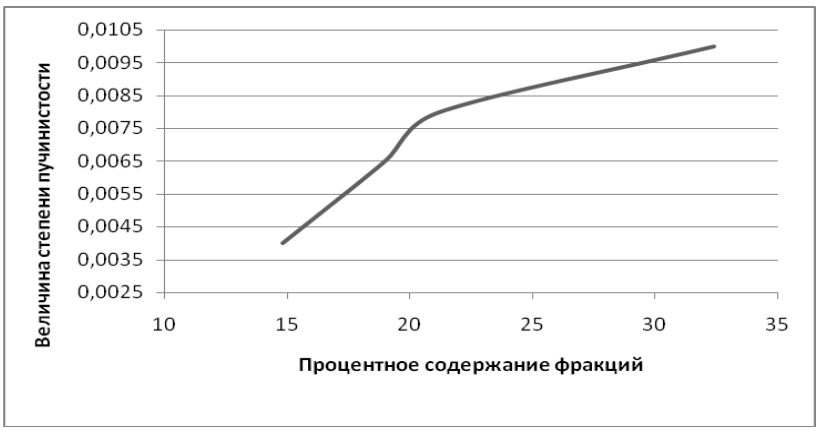



Рис.3. График зависимости степени пучинистости от гранулометрического состава песчанистого грунта при влажности, близкой к границе раскатывания

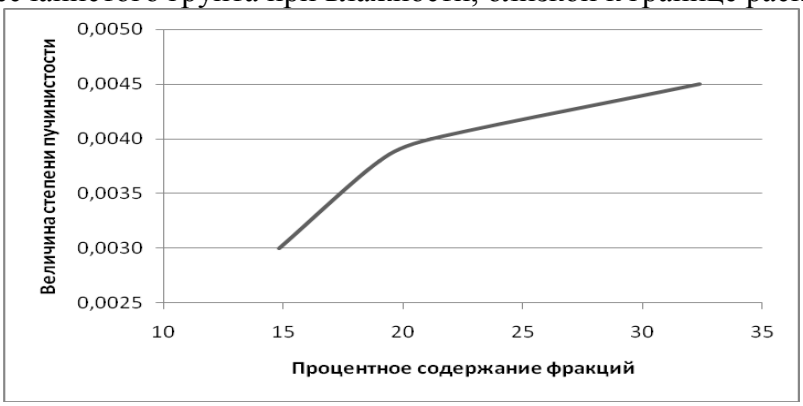



Рис.4 График зависимости степени пучинистости от гранулометрического состава песчанистого грунта при влажности, близкой к границе текучести

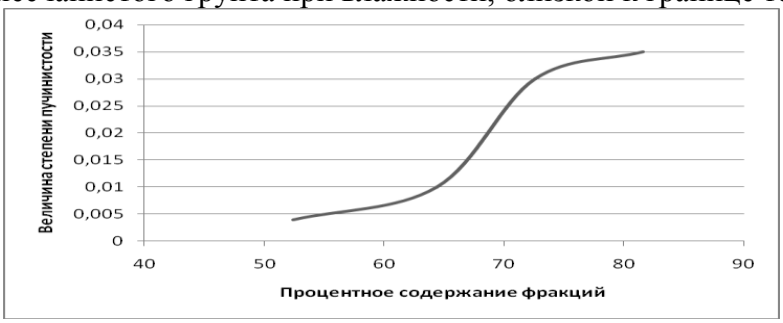



Рис.5 График зависимости степени пучинистости от гранулометрического состава пылеватого грунта при влажности, близкой к границе раскатывания

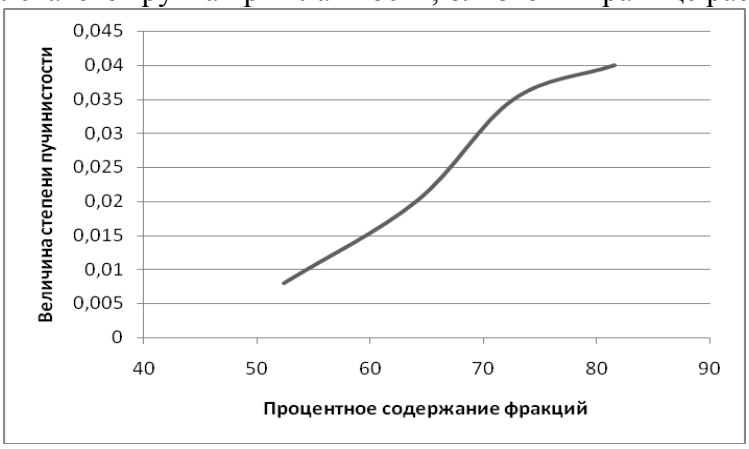



Рис.6 График зависимости степени пучинистости от гранулометрического состава пылеватого грунта при влажности, близкой к границе текучести

Результаты исследования показали, что с увеличением в составе грунта пылеватой и глинистой фракций, как при влажности, близкой к влажности на границе раскатывания, так и при влажности, близкой к границе текучести, степень пучинистости увеличивается. Такая зависимость прослеживается как у песчанистых грунтов, так и у грунтов пылеватых. Она объясняется увеличением количества воды, удерживаемого грунтом. Следовательно, при замораживании грунт увеличивает свой объем на большую величину. С увеличением влажности, степень пучинистости также возрастает. Данные гранулометрического состава и физических свойств могут рассматриваться в качестве региональных показателей пучинистости грунтов.

***Библиографический список***


1. *ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация. М.: ГП МО Мособлгеотрест, 2013, 42с.*
2. *ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. М.: ПНИИИС, 1993, 21с.*
3. *ГОСТ 12536-79. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. М.: ПНИИИС, 1980. 20с.*
4. *ГОСТ 28622-2012 Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости. М.: Стандартинформ, 2013. 12с.*
5. *Грунтоведение / Под ред. В.Т. Трофимова. 6-е изд., переработ. и доп. М.: Изд-во МГУ, 2005.*
6. *Каченов В.И., Ажгихина Т.К. Влияние дисперсности глинистых грунтов на их морозное пучение // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. Пермь, 2015. С.153-154.*
7. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Инженерно-геологическое изучение, картографирование, районирование территории Пермского края // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-10. С. 2190-2195.*
8. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Региональные факторы формирования инженерно-геологических условий территории Пермского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 84. С. 102–112.*
9. *Цытович Н.А. Механика мерзлых грунтов. М.: Высш. шк., 1973.*
10. *Чаповский Е.Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов Изд. 4-е. М.: Недра, 1975. 304 с.*

УДК 624.131

**Т.С. Гущина**
ОАО «ВерхнекамТИСИз», г. Пермь

# К МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ 16-ЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА В Г. ПЕРМИ)

Выполнен расчет устойчивости склона при проектировании строительства 16-этажного жилого дома в г. Перми. Установлено, что при дополнительной нагрузке, обводнении, подрезки склона грунты могут перейти в неустойчивое состояние.

Ключевые слова: инженерная геология, расчет устойчивости склона, жилой 16-этажный дом, Пермь

**T.S. Gushchina**
JSC «Verhnekamtisiz», Perm

# THE METHOD OF CALCULATION OF SLOPE STABILITY DURING THE CONSTRUCTION OF HIGH-RISE BUILDINGS (FOR EXAMPLE, 16-STOREY RESIDENTIAL BUILDING IN THE CITY PERM)

The calculation of slope stability for the design of construction of 16-storey residential buildings in Perm. It is established that in case of additional load, flooding, undercutting of slope soils can go into an unstable state.

Keywords: engineering geology, calculation of slope stability, residential 16-storey building, Perm

## Введение

Город Пермь имеет сложные инженерно-геологические условия для строительства многоэтажных зданий. Сложность заключается в неоднородных свойствах грунтов, развитии экзогенных геологических процессов, различной активностью неотектонических движений и трещиноватостью пород, их различной обводненностью, а также вероятным наличием горных выработок и др., что в целом приводит к повышенной геологической опасности строительства многоэтажных зданий, требующей сложных расчетов устойчивости оснований строительных площадок. Региональные инженерно-геологические и геодинамические условия, карты районирование и оценки приведены в современных работах [2-10].

В данной работе выполнен расчет устойчивости склона при проектировании строительства 16-этажного жилого дома в Свердловском районе г. Перми).

Одной из важнейших задач, поставленных перед изыскателями был расчет устойчивости склона, поскольку местоположение участка на бровке склона.

© .С. ина, 2016

В 2008 г. трестом ОАО «ВерхнекамТИСИЗ» проводились инженерно-геологические изыскания на объекте «16-этажный жилой дом по ул. Краснофлотской в Свердловском районе г. Перми» [1].

**Изученность инженерно-геологических условий**

В 1981г. трестом «ВерхнекамТИСИз» проводились инженерно-геологические изыскания на площадке реконструкции кожгалантерейного цеха по ул. Краснофлотской, 31 Свердловского района г. Перми (арх. 2460, фонды ОАО «ВерхнекамТИСИз»). Изыскания проводились для стадии техно-рабочего проекта. Тип фундамента - сборный бетонный или свайный. На площадке было выполнено бурение скважин глубиной 15 и 30м, статическое зондирование (4 опыта), пройдено 2 шурфа глубиной 3,0-3,5м (1 шурф для вскрытия фундамента), отобрано 9 монолитов, 10 проб грунтов нарушенной структуры и 1 проба воды. Скважины глубиной 30 м бурились для изучения геологической обстановки, в связи с расположением площадки на территории разработок медистых песчаников, проводившихся в г. Перми и его окрестностях в 18-19 вв. Коренные породы, представленные нижнепермскими песчаниками и аргиллитами с прослоями песчаника и алевролита, вскрыты на глубине 1,2-11,2м (отм. 142,7-145,5 м). Признаков старых горных выработок и медистых песчаников не встречено. Сверху нижнепермские отложения покрыты чехлом четвертичных аллювиальных и элювиально-делювиальных грунтов. Глубина статического зондирования составила 5,2-7,4м. В качестве несущего слоя для свай были рекомендованы гравелистые глины, пески и коренные породы.

**Методика работ**

Для решения поставленной задачи был выполнен комплекс инженерно-геологических работ, включающий в себя: рекогносцировочное обследование местности, бурение скважины, проходка шурфа, отбор проб грунтов, лабораторные определения, обработка данных и расчеты.

Основной задачей инженерно-геологической рекогносцировки являлось изучение и оценка современного состояния участка, отведенного под строительство жилого дома, а также и окружающей его территории. При проведении рекогносцировки изучались геоморфологические условия территории с техногенными изменениями. Фиксировались тип и состояние имеющейся застройки, подтопление имеющихся подвалов в постройках.

Бурение скважин глубиной 15 м производилось механическим колонковым способом станком УРБ-2А2, начальным диаметром 151 мм, с креплением неустойчивой части разреза трубами.

С целью расчета устойчивости склона и на участке проектируемой подпорной стенки для отбора грунтов ненарушенной структуры осуществлялась проходка шурфов сечением 1,25 кв. м, глубиной 4,0 м, вручную, с креплением по типовому паспорту. По окончании работ скважины и шурфы ликвидированы обратной засыпкой с трамбованием.

Отбор проб грунтов, ненарушенной и нарушенной структуры из выработок, их упаковка, хранение, транспортировка выполнены в соответствии с ГОСТ 12071- 2000. Номенклатура грунтов дана согласно ГОСТ 25100-95.

Лабораторные исследования грунтов проведены в соответствии с ГОСТами 5180-84, 12536-79, 23740-79 и 12248-96.

Компрессионные испытания грунтов проводились в приборах системы института «Гидропроект» марки КПР–1. Компрессионные испытания выполнянились на глинистых грунтах до условной стабилизации на каждой ступени нагрузки по 0.025, 0.05 и 0.1 МПа до конечной нагрузки 0.5 МПа.

Модуль деформации (Е) грунтов по данным компрессионных испытаний рассчитан в интервале нагрузок 0.1–0.2 МПа по формуле 5.28 ГОСТ 12248 –96:

$$E=\frac{1+e_1}{m_0}\beta,$$

где $e_1$ – значение коэффициента пористости, соответствующее давлению 0.1 МПа;

$m_o$ – коэффициент сжимаемости, соответствующий интервалу давления от 0.1 до 0.2 МПа;

β – коэффициент, учитывающий отсутствие поперечного расширения грунта в компрессионном приборе, рассчитанный для каждой пробы по формуле (ГОСТ 12248– 96):

$\beta=1-(2\nu^2 / 1-\nu)$ и приведенный в соответствующем паспорте грунта.

Для изучения прочностных характеристик грунта (сцепление, угол внутреннего трения) в лабораторных условиях проведены сдвиговые испытания глинистых грунтов согласно ГОСТ 12248–96 в приборах СППА-40/35-10 (ИВК АСИС) и ПСГ-2М. Сдвиговые испытания грунтов выполнены:

- методом неконсолидированно-недренированного испытания при природной влажности при нагрузках 0.5, 1.0 и 1.5 МПа для глинистых грунтов мягко- и текучепластичной консистенции;
- методом неконсолидированно-недренированного испытания при природной влажности при нагрузках 1.0, 1.5 и 2.0 МПа для глинистых грунтов от тугопластичной до твердой консистенции.

Определение содержания растительных остатков выполнено согласно ГОСТ 23740-79 в лаборатории ВерхнекамТИСИз, содержание органического углерода и гумуса в грунтах выполнено согласно раздела 3 ГОСТ 23740-79 с привлечением методики Е.В. Аринушкиной [11].

Показатели физико-механических свойств грунтов обработаны методом математической статистики согласно ГОСТ 20522-96 на ПК.

**Геологические и геоморфологические условия**

В геологическом строении исследуемой территории на разведанную глубину (до 15 м) принимают участие нижнепермские (аргиллиты и, в меньшей степени, песчаники и алевролиты) породы уфимского яруса, перекрытые четвертичными аллювиально-делювиальными (глины, глины гравелистые) отложениями.

В геоморфологическом отношении площадка изысканий приурочена к IV надпойменной левобережной террасе р. Камы, осложненной засыпанным до 1973 года логом долины р. Данилиха. Высотные отметки кровли коренных

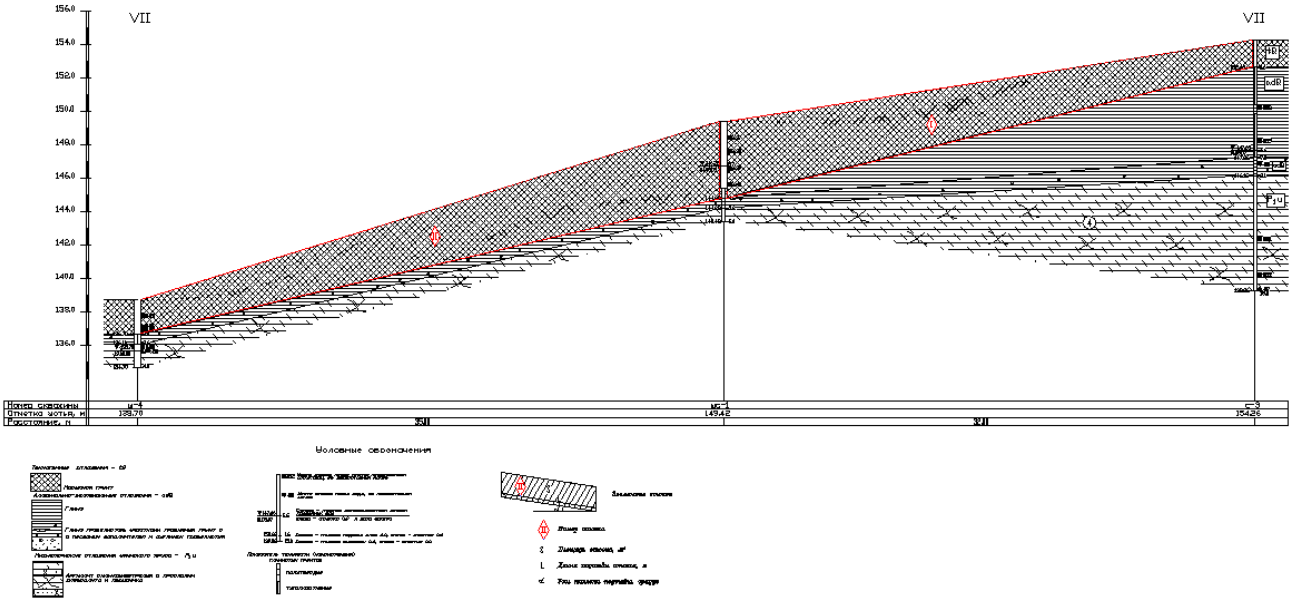
пород составляют 136,10-146,16 м. Высотные отметки поверхности земли в пределах площадки составляют 138,70-154,43 м (система высот г. Перми).

В настоящее время поверхность площадки проектируемого строительства не ровная, с уклоном на юго-запад, в сторону р. Данилиха. На площадке расположены строительные сооружения. Склон крутой (≈ $45^0$) поросший деревьями и кустарниками, на поверхности склона видны глыбы известняка и обломки бетонных плит, а также бытовой мусор. Склон укреплен подпорными стенками, которые на момент изысканий частично разрушены.

Опасным инженерно-геологическим процессом является расположение площадки на правом борту отвершка, ослажняющего правый склон реки Данилиха. После строительного освоения территории лог засыпан насыпными грунтами и спланирован. Крутой склон укреплен подпорными стенками, которые на момент изысканий частично разрушены.

**Результаты расчетов**

Для расчета коэффициента запаса устойчивости склона был построен инженерно-геологический разрез в масштабах: горизонтальный 1:100 и вертикальный 1:100 (рис. 1). На разрезах выделены блоки. По каждому блоку рассчитан коэффициент устойчивости склона. Расчет показал, что склон в природных условиях является устойчивым.




НАСЫПНОЙ ГРУНТ ПО ЕСТЕСТВЕННОМУ ОСНОВАНИЮ

| № отсека | Площадь отсека V, м² | Плотность γ, т/м³ | Pi – вес отсека тс | Угол наклона подошвы α, град | L–длина подошвы м | Угол внутр. трения φ, град | С сцепление c, т/м² | PiCosα*tgφ тс | PiSinα тс | L*C | cos φ | угол α-φ град | cos α-φ | Числитель формулы | Знаменатель формулы | Коэф-т устойчивости по отсеку | Среднее значение коэф-та устойчивости |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 300.13 | 1.98 | 594.251 | 15 | 32.3 | 15 | 1.5 | 49.9922 | 49.9922 | 36.2 | 0.9660 | 0 | 1.1000 | 63.8908 | 48.2905 | 1.32305 | |
| 0 | 115.38 | 1.98 | 282.674 | 14 | 30.3 | 16 | 1.5 | 61.9828 | 33.8429 | 17.8 | 0.9613 | -2 | 0.9994 | 76.6368 | 51.7907 | 1.47973 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.4014 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Рис. 1. Инженерно-геологический разрез и расчетные данные

Расчет коэффициента устойчивости склона произведен по формуле Г.М. Шахунянца [11]:

$$K_y = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \left(N_i \times tg\,\varphi + C_i \times L_i\right) \dfrac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)}}{\sum Q_i \dfrac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)}},$$

где:

**$K_y$** – коэффициент запаса устойчивости склона;

**$N_i$** - нормальная составляющая веса отсека ($N_i = P_i$ – sin α);

**$Q_i$** – сдвигающая сила (касательная составляющая веса отсека ($Q_i = P_i$ – sin α);

**$P_i$** – вес 1-го расчетного отсека ( т/м), $P_i = V_i$ x Y x 1v, где $V_i$ площадь сечения отсека м$^2$, Y – средняя плотность грунта в пределах отсека, т/м$^3$;

**α –** угол наклона подошвы отсека, градус;

**$L_i$ –** длина подошвы слоя, м;

**φ –** угол внутреннего трения, градус;

**$C_i$ –** удельное сцепление, тс/м$^2$.

При этом обращает на себя внимание, что коэффициент устойчивости по блоку I составляет 1,3, по блоку II – 1,4.

**Заключение**

Расчет коэффициента запаса устойчивости склона показал, что в природных условиях склон является устойчивым. Коэффициенты запаса устойчивости составляют 1,3 и 1,4. То есть, при устойчивом в целом состоянии склона рассматриваемого участка строительства при определенном стечении обстоятельств – обводнении их, складировании дополнительных масс грунта, подрезки – могут перейти в неустойчивое состояние.

В связи с этим рекомендуется предусмотреть мероприятия по отводу поверхностного стока, закреплению насыпного грунта и не допущению подрезки склона.

***Библиографический список***


*1. Болотина Н.А. Отчет об инженерно-геологических изысканиях на объекте «16-этажный жилой дом по ул. Краснофлотской в Свердловском районе г. Перми. Пермь: ВерхнекамТИСИЗ, 2008 (фонды ОАО «ВерхнекамТИСИз»).*

*2. Коноплев А.В., Копылов И.С., Красильников П.А., Кустов И.В. Геоинформационное обеспечение системы инженерно-геологической и геоэкологической безопасности города Перми // Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края. Пермь, 2014. С. 56-78.*

*3. Коноплев А.В., Копылов И.С., Пьянков С.В., Наумов В.А., Ибламинов Р.Г. Разработка принципов и создание единой геоинформационной системы геологической среды г. Перми (инженерная геология и геоэкология) // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6.*

*4. Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6.*

5. *Копылов И.С. Аномалии тяжелых металлов в почвах и снежном покрове города Перми как проявления факторов геодинамики и техногенеза // Фундаментальные исследования. 2013. № 1-2. С. 335-339.*

6. *Копылов И.С., Коноплев А.В. Геологическое строение и ресурсы недр в атласе Пермского края // Вестник Пермского университета. Геология. 2013. № 3 (20). С. 5-30.*

7. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Голдырев В.В., Кустов И.В., Красильников П.А. К вопросу об обеспечении геологической безопасности развития городов // Фундаментальные исследования. 2014. № 9-2. С. 355-359.*

8. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Инженерно-геологическое изучение, картографирование, районирование территории Пермского края // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-10. С. 2190-2195.*

9. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Региональные факторы формирования инженерно-геологических условий территории Пермского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 84. С. 102–112.*

10. *Копылов И.С., Осовецкий Б.М. Об улучшении свойств грунтов как строительных материалов в связи с инженерно-геологическими проблемами в строительстве // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 3.*

11. *Руководство по химическому анализу почв. М.: Издательство МГУ, 1961.*

12. *Середин В.В. Математические методы в гидрогеологии и инженерной геологии. Курс лекций / М-во образования и науки Российской Федерации, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Пермский гос. ун-т", Каф. инженерной геологии и охраны недр. Пермь, 2011.*

13. *Шахунянц Г.М. Рекомендации по выбору методов расчета коэффициента устойчивости склона и оползневого давления», М., 1986.*

14. *Evolution of fracture surface morphology in rocks // V.V. Seredin, I.S. Kopylov, A.S. Khrulev, L.O. Leibovich, M.V. Pushkareva. Journal of Mining Science. 2013. T. 49 № 3. P. 409-412.*

УДК 502/504

**[1]Л.И. Даль, [2]Е.С. Трясцына**
[1]АНО «Центр социальных инициатив «Энергия Жизни»,г.Пермь
[2]Пермский государственный национальный
исследовательский университет

# РЕГИОНАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПЕРМСКОГО КРАЯ

*В статье описаны основные природные факторы формирования инженерно-геологических условий для северо-запада Пермского края.*

*Ключевые слова: инженерно-геологические условия, физико-географические, геологические, гидрогеологические факторы.*

**[1]L.I. Dal, [2]E.S. Trascina**
[1]Autonomous nonprofit organization «Center of social initiatives
«Life Energy», Perm
[2] Perm State University

# REGIONAL FACTORS IN THE FORMATION OF ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE NORTH-WESTERN PART OF PERM REGION

*The article describes the basic natural factors of formation of engineering-geological conditions for the North-West of Perm Krai.*

*Keywords: engineering-geological conditions, physical and geographical, geological, hydrogeological factors.*

Инженерно-геологические условия (по Е.М. Сергееву [14]) это совокупность геологических факторов, определяющих условия инженерно-хозяйственного освоения территории. К ним относятся: геологическое строение (и горные породы), рельеф, гидрогеологические условия, геологические и инженерно-геологические процессы.

Под факторами региональной инженерно-геологической обстановки понимаются движущие силы (причины) различных процессов, обусловливающих формирование и изменение верхней части литосферы, запасов и химического состава подземных вод, а также приводящих к изменению геологической среды. Основные факторы формирования инженерно-геологических условий условно разделены на три группы: 1) физико-географические факторы – орографические, климатические, гидрологические, геоботанические, почвенные условия, 2) геологические факторы – литолого-фациальные условия, структурно-тектоническая

© Л.И. а , .С. р на, 2016

обстановка, неотектонические и геоморфологические условия и 3) гидрогеологические факторы [5, 13].

*Физико-географические, геоморфологические факторы.* В административном отношении район исследований расположен в северо-западной части Пермского края – Коми-Пермяцком округе (площадь 33 тыс. км$^2$). Район слабо населенный, в основном с лесопромышленным и аграрным (на юге) комплексами экономики. По геоморфологическому районированию территория расположена на восточной окраине Восточно-Европейской равнины, Среднерусской провинции, в районе ледниковой и водно-ледниковой аккумулятивной равнины. Местность представляет собой слабохолмистую равнину, расчлененную речными долинами. Минимальные отметки рельефа (112 м) приурочены к берегам р. Камы, максимальные (до 329 м) – к Верхне-Камской возвышенности. Климат умеренно-континентальный с продолжительной холодной и снежной зимой и коротким летом. Основным климатообразующим фактором является радиационный, определяющий физические процессы в атмосфере и на земной поверхности. Район характеризуется развитой речной сетью. Главной рекой является р. Кама, а также р. Коса с притоками. Озера имеют значительное распространение и развиты в основном в речных долинах. Болота и заболоченные земли широко распространены, особенно – на левом берегу р. Камы. Они представляют наибольшую опасность из экзогенных геологических процессов для строительства сооружений. Из почв преобладают подзолистые, дерновоподзолистые и торфяно-болотные почвы глинистого, суглинистого, супесчаного и песчаного состава. По геоботаническому районированию территория относится к району среднетаежных пихтово-еловых лесов. Залесенность района более 80 % [1, 5, 9, 10].

*Геологические факторы.* В тектоническом отношении район расположен на восточной окраине восточно-Европейской платформы и охватывает большую часть территории Камского свода. Кристаллический фундамент залегает на глубине 1800-3600 м. Породы представлены гранито-гнейсами, гнейсами. На фундаменте залегают отложения протерозоя, сложенные песчаниками, алевролитами и аргиллитами, мощностью около 1000 м. Девонская система сложена известняками, песчаниками, алевролитами, аргиллитами, мощностью не более 700 м. В составе каменноугольной системы выделяются аргиллиты, алевролиты, песчаники, известняки с включениями гипса и ангидрита, доломиты, мощностью около 700 м. Пермская система представлена тремя отделами. Приуральский отдел развит на всей территории, на поверхность выходит шешминский горизонт в восточной и северо-восточной части, сложен карбонатными, сульфатными и терригенными породами. Биарминский отдел выходит на поверхность полосой в восточной части территории, представленный глинами, песчаниками, алевролитами. Татарский отдел представлен толщей фациально невыдержанных красноцветных и пестроокрашенных терригенных пород с прослоями известняков и мергелей (красноцветная инженерно-геологическая формация пород). Мощность пермской системы около 2000 м. Отложения триаса и юры

развиты на западе, представлены глинами и песчаниками, мощностью до 40 м [2, 5, 10]. Отложения четвертичной системы широко развиты и представлены: ледниковыми, флювиогляциальными, озерно-ледниковыми, болотными, полигенетическими, элювиально-делювиальными, эоловыми и аллювиальными отложениями. Они обуславливают специфику грунтов и формируют инженерно-геологические (геолого-генетические) комплексы пород. Наиболее распространенные отложения – пески, суглинки, глины, так же встречаются супеси, торфяники, галечники. Мощность отложений от 2 – 3 м (болотные) до 50 м (аллювиальные, в долине р. Камы). Обнаженность региона плохая, водоразделы и склоны долин покрыты чехлом рыхлых отложений. Немногочисленные выходы коренных пород встречаются на правом берегу р. Камы.

*Неотектонические факторы.* Территория расположена в пределах неотектонической области Приуралья. Новейшая тектоника характеризуется значительной дифференцируемостью движений, неоднократной сменой их знака в неогене и общим поднятием в конце неогена и четвертичном периоде. По всей территории локально выделяются неотектонические (геодинамические) активные зоны (с повышенной тектонической трещиноватостью пород) [3-5]. Их количество и активность увеличивается в восточном направлении, где они объединяются в крупные аномальные зоны. Они являются участками повышенной геологической опасности для условий строительства различных объектов и обуславливают повышенную сложность инженерно-геологических условий.

*Гидрогеологические факторы.* По гидрогеологическому районированию Урала территория относится к северо-восточной части Волго-Камского артезианского бассейна. Отчетливо проявляется вертикальная гидродинамическая и гидрохимическая зональность. В верхней части разреза до глубины 100-150 м залегают пресные (с минерализацией до 1 г/л) воды, ниже они сменяются минерализованными и солеными водами [2, 3, 10]. Основными водоносными комплексами являются: уржумский, казанский и шешминский, а также аллювиальный водоносные комплексы. В них сосредоточена основная часть естественных ресурсов пресных подземных вод. Наибольшая обводненность установлена в песчаниковом и смешанном типах разреза и в водообильных зонах, связанных с высокой тектонической трещиноватостью. Большое практическое значение имеет водоносный комплекс аллювиальных отложений. Подземные воды могут выступать активным фактором формирования инженерно-геологических условий не только на региональном, но и на локальном уровне.

*Выводы*. Таким образом, все перечисленные факторы участвуют в формирования инженерно-геологических условий северо-запада Пермского края. Региональный анализ комплекса критериев, исходя из основных принципов районирования позволяет провести следующее районирование [10-13]. По инженерно-геологическому районированию территория относится к Восточно-Европейский региону первого порядка, Волго-Уральскому региону второго порядка. Включает две инженерно-геологические области: область

аккумулятивной равнины Северного Прикамья с 4 районами (Северных Увалов, Веслянской низины, Верхнекамской низменной равнины, Косинской низменной равнины): и область денудационной равнины Среднего Прикамья с 3 районами (Верхнекамской возвышенности, Верхнекондаских Увалов, Иньвенско-Обвинской низменной равнины). В результате сложившихся природно-геологических условий на территории преобладают следующие процессы: заболачивание, оползни, выветривание, эрозия, денудация, суффозия, подтопление.

***Библиографический список***


1. *География Коми-Пермяцкого автономного округа / Под ред. М.Д. Шарыгина. Пермь, 1992. 143 с.*
2. *Гидрогеология СССР. Том XIV. Урал. М.: Недра, 1972, 648 с.*
3. *Даль Л.И., Копылов И.С., Алексеева Л.В. Гидрогеоэкологическая оценка Кудымкарского района // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 9 [Электронный ресурс]. URL: http://web.snauka.ru/issues/2016/09/71869 (дата обращения: 03.10.2016).*
4. *Даль Л.И., Мельчакова Н.П., Трясцына Е.С. Инженерно-геологические условия северо-запада Пермского края в связи с проектированием железной дороги «Белкомур» // Геология в развивающемся мире. Т.1. Пермь, 2016. С.409-413.*
5. *Инженерная геология СССР. В 8-ми томах. Т.1. Русская платформа. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. 527 с.*
6. *Копп М.Л., Вержбицкий В.Е., Колесниченко А.А., Копылов И.С. Новейшая динамика и вероятное происхождение Тулвинской возвышенности (Пермское Приуралье) // Геотектоника. 2008. № 6. С. 46-69.*
7. *Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6.*
8. *Копылов И.С. Геодинамические активные зоны Приуралья, их проявление в геофизических, геохимических, гидрогеологических полях // Успехи современного естествознания. 2014. № 4. С. 69-74.*
9. *Копылов И.С., Даль Л.И. Геоэкологические оценка состояния природной среды Коми-Пермяцкого округа // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2.*
10. *Копылов И.С., Коноплев А.В. Геологическое строение и ресурсы недр в атласе Пермского края // Вестник Пермского университета. Геология. 2013. № 3 (20). С. 5-30.*
11. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Инженерно-геологическое изучение, картографирование, районирование территории Пермского края // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-10. С. 2190-2195.*
12. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Региональные факторы формирования инженерно-геологических условий территории Пермского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 84. С. 102-112.*
13. *Копылов И.С.,Осовецкий Б.М. Об улучшении свойств грунтов как строительных материалов в связи с инженерно геологическими проблемами в строительстве // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 3.*
14. *Сергеев Е.М. Инженерная геология. М.: Изд-во МГУ, 1978. 380 с.*

УДК 551.3

**С.С. Егоркина, П.А. Красильников**
Пермский государственный национальный
исследовательский университет

# К ВОПРОСУ ОБ ЭРОЗИИ БЕРЕГОВ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (НА ПРИМЕРЕ ЧЕРМОЗСКОГО ПРУДА)

*В статье рассмотрены причины усиления береговой эрозии берегов Камского водохранилища на примере восстановленногоЧермозского пруда. Дана история изучения геодинамических процессовкамских водохранилищ, приведены морфометрические параметры Чермозского пруда, приведен геолого-литологический разрез берега.*

*Ключевые слова: геодинамика берегов водохранилищ, эрозия берегов, морфометрические характеристики, Камское водохранилище, Чермозский пруд.*

**S.S. Egorkina, P.A. Krasilnikov**
Perm State University

# TO THE QUESTION OF THE EROSION OF THE BANKS OF THE KAMA RESERVOIR (ON THE EXAMPLE OF THE CHERMOZSKY POND)

*The reasons for strengthening the coastal erosion of the banks of the Kama water storage on the example of the Chermozsky restored pond are considered in the article. The history of the study of the geodynamic processbecause reservoirs is given. Morphometric parameters of the pond are given the Chermozsky, geological and lithological section of the coast is given.*

*Keywords: geodynamics of the shores of reservoirs, coastal erosion, morphometric characteristics, Kama reservoir, Chermozsky pond.*

**История изучения геодинамических процессов** на берегах и в ложе камских водохранилищ ведет свое начало с тридцатых годов прошлого столетия, когда возникла необходимость строительства Камского, а позднее Воткинского водохранилища. Первые результаты изучения геодинамических процессов опубликованы в работе А.М. Казакова и В.М. Муравейской в 1956 г. [4], в которой, в частности, представлена схема берегов с возможными обрушениями. В самом конце 50-х гг. XX в. Л.И. Дубровиным, Ю.М. Матарзиным и И.А. Печеркиным представлены результаты исследовательской работы по вопросам геодинамики берегов Камского водохранилища [3]. В 1966 г. и в 1969 г. публикуется двухтомная монография И.А. Печеркина «Геодинамика побережий камских водохранилищ [12, 13]. В работе дан анализ геодинамических процессов, и представлена их роль в условиях резкого изменения режима водных объектов, разработана генетическая классификация экзогенных геологических процессов, показана их

© С.С. оркина, П.А. Кра и ников, 2016

взаимообусловленность. Учеными ЕНИ Пермского госуниверситета (Г.И. Карзенков, А.П. Цветков, В.И. Каченов, Г.Б. Болотов, М.Д. Мурдасов, Ш.Х. Гайнанов, А.И. Печеркин, В.Н. Катаев, В.П. Тихонов, В.В. Михалев, В.Е. Закоптелов и др.) продолжено изучение геодинамики побережий камских водохранилищ.

Вторым коллективом, занимавшимся изучением геодинамики берегов камских водохранилищ была Сылвенская гидрогеологическая партия Пермской геолого-разведочной экспедиции. В период 1976-1979 гг. под руководством Ю.Г. Бурцева была заложена сеть мониторинга изучения геодинамики побережий: 46 опорных участков на берегах Воткинского и 47 – на берегах Камского водохранилищ. Было составлено несколько крупных геологических отчетов о результатах работ [10].

Реализацией идей, получивших развитие в Сылвенской гидрогеологической партии, стали диссертация В.Г. Байдина (1990) [1], Н.Н. Назарова (1996) [11], И.С. Копылова [5], в которых были использованы данные мониторинга и инженерно-геологического районирования камских побережий и Пермского края в целом.

В настоящее время после некоторого перерыва в проведении исследований продолжены наблюдения за геодинамическими процессами ОАО «Пермгеомониторинг» и ПГНИУ.

В 2008 г. вышла монография Н.Н. Назарова «Геодинамика побережий водохранилищ Пермского края» [10], в которой проведено обобщение результатов исследований за более чем пятидесятилетний период изучения геодинамики побережий камских водохранилищ.

В последних работах кафедры инженерной геологии и охраны недр Пермского университета освещены различные вопросы инженерной геологии, экологии, безопасности в районах побережий камских водохранилищ [6-8, 18-21].

**Результаты исследований берегов Чермозского пруда**

Цель настоящей работы – изучение эрозии берега в начальной стадии при изменении водного режима водоема на примере Чермозского пруда.

Река Чермоз – правобережный приток реки Кама (участок Камского водохранилища), впадает на 792 км от устья, общая площадь водосбора 748 км$^2$, общая длина реки 121 км. В реку впадает 75 притоков длиной менее 10 км, их общая длина – 208 км [16]. Наиболее крупные притоки: река Левый Чермоз, 2 одноименных реки Ленва, Романшор, Северный Романшор, Западный Романшор, Бадья, Пожевка.

Чермозский пруд на реке Чермоз был создан в 1756 г. для обеспечения производственных нужд «железоделательного» завода. За 191 год его существования водная масса в пруду регулировалась плотиной пруда – сбросом воды через плотину и объемом водной массы. Это был крупнейший заводской пруд на Урале, обеспечивающий завод энергией, население – рыбой. По реке Чермоз также сплавлялся лес.

В 1905 г. пруд был спущен, что привело, очевидно, к промывке ложа пруда и смыву накопленных отложений.

В 1956 г. при наполнении первой очереди Камского водохранилища плотина была взорвана, а пруд спущен и преобразован в его залив. Уровенный режим водотока подвергся сильным колебаниям (сезонным, недельным, суточным), которые составили 6-7 м за год и 2-3 м в течение теплового сезона.

При зимней сработке уровня воды на 7,0 м площадь залива сокращалась более чем в 10 раз, лед ложился на дно.

В 2010 г. Чермозский пруд был восстановлен согласно проекту ЗАО «ПермПромПроект» «Корректировка проектной документации на восстановление плотины Чермозского пруда в Ильинском районе Пермскогокрая» (сводное заключение 140-05/ГГЭ-2093/07 от 15.03.2005 г. Главгосэкспертизы, распоряжение губернатора Пермской области №143-Р от 06.04.2005 г.).

Нормальный подпорный уровень (НПУ) в Чермозском пруду согласно проекту составляет 107,5 м, форсированный подпорный уровень (ФПУ) Чермозского пруда принят равным 109,5 м.

В табл. 1 приведены морфометрические характеристики Чермозского пруда по данным съемки акватории будущего пруда, выполненных в августе 2002 г. гидрографической партией ГУ «Камводпуть». По результатам промеров на основе программы ArcVieGIS в ГИС-центре ПГНИУ Пьянковым С.В. и Дьяковым М.В. создана цифровая модель рельефа Чермозского пруда, построена цифровая карта пруда масштаба 1:10000 и рассчитаны основные морфометрические характеристики поверхности и объема [2, 15].

Таблица 1

Морфометрические характеристики Чермозского пруда [2]

| Показатель | При отметке 108,5 м | При отметке 107,5 м |
|---|---|---|
| Средняя глубина, м | 3,32 | 3,01 |
| Наибольшая глубина, м | 10,7 | 9,7 |
| Наибольшая ширина, км | 3,166 | 2,8 |
| Средняя ширина, км | 2,23 | 2,101 |
| Длина пруда, км | 11,04 | 9,53 |
| Площадь пруда, км$^2$ | 24,651 | 20,02 |
| Длина береговой линии, км, в т.ч.<br>по правому берегу<br>по левому берегу | <br>24,31<br>25,72 | <br>11,34<br>12,57 |
| Объем пруда, км$^3$ | 0,0819 | 0,0602 |

Площадь Чермозского пруда при НПУ=108,5 м равна 2465 га, объем – 81,9 млн. м$^3$, длина 11 км, средняя ширина составляет 2,23 м, наибольшая – 3,17 км. Водоем мелководен – средняя глубина составляет 3,32 м, площадь мелководий, ограниченная 2-метровой изобатой составляет 32,5 % (800 га) от всей площади пруда.

В 2008–2010 гг. НПФ «Омега» были выполнены работы по уточнению морфометрических параметров всего Камского каскада, включая и Чермозский

пруд. Эхолотную съемку в 2008 г. провели сотрудники Камского филиала ФГУП РОСНИИВХ [9].

Нормальный подпорный уровень Камского водохранилища составляет 108,5 м. При заполнении Камского водохранилища до нормального подпорного уровня (НПУ) 108,5 м уровень в пруду поднимается и достигает отметок водохранилища.

Таким образом, отличие в уровенном режиме рассматриваемого участка до восстановления плотины пруда в целом: уровень в Чермозском пруду не опускается ниже отметки 107,5 м круглый год, а в период с конца мая по ноябрь при отметках 107,5 м и выше уровни в Чермозском пруду и Камском водохранилище одни и те же, как в заливе Камского водохранилища без плотины.

В восстановленном Чермозском пруду создались предпосылки для экологического равновесия в районе г. Чермоз, усилился водообмен, восстанавливаются рыбные запасы, увеличился охотничий потенциал, возросли возможности для рекреационного освоения, для отдыха и туризма регионального значения.

Кроме позитивного потенциала существования Чермозского пруда появились также и негативные моменты.

В настоящее время, на протяжении всего 4-х лет существования Чермозского пруда отмечена катастрофическая ситуация, угрожающая жилым постройкам, на участках г. Чермоз:

- протяженностью 200 м в микрорайоне «Шичатка» (ул. Заречная, жилые дома №№3, 5, 7, 9) скорости размыва эрозии берега достигают 4,0 м/с, угрожая целостности жилых построек;

- протяженностью 2,3 км от улицы Чермозская до дамбы пруда.

Для изучения усиливающей береговой эрозии был выбран участок Чермозского пруда в микрорайоне «Шичатка» около жилых домов №№3, 5, 7, 9, имеющий следующий геолого-литологический разрез и инженерно-геологические свойства:

*Четвертичные отложения ($Q_{IV}$):*

- *почвенно-растительный слой* (*pQ*), мощность 0,2–0,4 м;

- *аллювиальные отложения ($aQ_{IV}$):* суглинок коричневый легкий пылеватый полутвердой консистенции, средненабухающий, просадочный; с глубины 2,0–3,4 м суглинок серовато-коричневый легкий пылеватый, реже песчанистый, тугопластичной консистенции с тонкими прослоями песка, мощность 4,5–7,3 м; песок средней крупности коричневый, рыхлый и средней плотности от средней степени водонасыщения до водонасыщенного, мощность 0,3–3,7 м; песок гравелистый коричневый водонасыщенный, гравий и галька кварцево-полевошпатового состава, хорошо окатаны, размером до 2 см, мощность 1,4–2,2 м; суглинок коричневый легкий песчанистый от мягкопластичной до текучей консистенции с гравием и галькой кварцево-полевошпатового состава, хорошо окатаны, размером до 2 см, содержанием до 20 %, мощность 0,4–1,9 м.

- *элювиально-делювиальные отложения (edQ):* суглинок красновато-коричневый, легкий песчанистый от тугопластичной до твердой консистенции, с включением дресвы аргиллита красновато-коричневого очень низкой прочности сильновыветрелой и гравия кварцево-полевошпатового состава средней окатанности содержанием 5–15 %, мощность 0,9–1,2 м.

*Нижнепермские отложения ($P_1$):* аргиллит красновато-коричневый, очень низкой и пониженной прочности, размягчаемый, породы сильнотрещиноватые сильновыветрелые. Коренные породы встречены всеми скважинами с отметок (отметки 104,10–105,23 мощность (вскрытая) 0,5–5,0 м).

В водном объекте – Чермозском пруду происходят постоянные изменения в водном режиме: продолжительность стояния высоких уровней увеличилась до года, что оказало негативное воздействие на устойчивость берегов пруда. Основными причинами, определяющими усиливающую эрозию берегов Чермозского пруда, являются:

- подъем грунтовых вод в течение года, особое значение в усиление влажности грунтов, а значит уменьшения их прочности, оказало и дождливое лето 2015 г.;

- увеличение периода волнового воздействия на берега осенью и весной – расчетная высота волны 5 %-ной обеспеченности при ветре восток-юго-восточного направления, наибольшей длине ветрового разгона 9,6 км, средней глубине 4,76 м, расчетном шторме 4 %-ной обеспеченности скорости ветра 16,5 м/с составила 1,01 м;

- разрушающегося воздействия дрейфующего по акватории льда, расчетная толщина льда, вычисленная по рекомендациям ПМП-91 [14] составила 105 см.

На обследуемом участке высота берега 6,6-10,8 м над НПУ=107,5 м пруда, берега практически отвесные, незадернованные. Самодельные укрепления берега местными жителями, фиксирование укрепления не принесли положительного результата, и были унесены при подъеме воды течением.

В настоящее время на указанных участках происходит отслаивание грунта от берегового массива, повсеместно наблюдаются места недавних обрушений значительного количества грунта в воду (рис. 1), наблюдаются упавшие в воду деревья, наклонённые деревья с подмытой корневой системой (рис. 2), обрушившиеся постройки (бани) (рис. 3), в береговой части видны новые трещины в грунте на расстоянии от берегового обрыва 0,3-1,2 м (рис. 4). Эрозия берега увеличивается в период таяния льда, когда дрейфующая по акватории масса льда при южных (ЮВ, Ю, ЮЗ) направлениях ветра сгоняется в сторону левого берега Чермозского пруда и, нагромождаясь в валы высотой до 3,0 м, способствует размыву берега (рис. 5).

Рис. 1. Обрушение глыб берегового уступа Чермозского пруда в результате увеличения эрозии берега

Рис. 2. Подмытые деревья в результате увеличения эрозии берега

Рис. 3. Разрушение построек (бани) в микрорайоне Шичатка г. Чермоз, строения по ул. Заречная, №3 в результате увеличения эрозии берега

Рис. 4. Новые трещины в грунте берегового уступа

Рис. 5 Разрушающие берег навалы льда при дрейфе льдин на Чермозском пруду

На данном участке Чермозского пруда произошло усиление скорости береговой эрозии, как на любом водоеме, резко изменившим водный режим. Наибольшие скорости эрозии наблюдаются в первые годы создания нового водоема, что мы и имеем в данном случае.

Таким образом, как и любое техногенное вмешательство в природную экосистему – восстановление Чермозского пруда – наряду с положительными результатами, дало и негативные последствия. Угроза жилым постройкам Чермозского городского поселениятребует дополнительных финансовых вложений, необходимых для укрепления берега.

***Библиографический список***


1. *Байдин В.Г. Мониторинг экзогенных геологических процессов на берегах равнинных водохранилищ (на примере Воткинского водохранилища): автореф. дис. ...канд. геол.-мин. наук. М., 1990. 17с.*
2. *Девяткова Т.П., Морозова Г.В. Особенности гидрографии и водообмена восстанавливаемого Чермозского пруда. Сборник «Гидрометеорология и метеорология. Пермь, 2005.*
3. *Дубровин Л.И., Матарзин Ю.М., Печеркин И.А. Камское водохранилище. Пермь: Пермское книжное изд-во, 1959. 175 с.*
4. *Казаков А.М., Муравейская М.В. Камское водохранилище. Молотов: Молотовское книжное изд-во, 1956. 72 с.*
5. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Голдырев В.В., Кустов И.В., Красильников П.А. К вопросу об обеспечении геологической безопасности развития городов // Фундаментальные исследования. 2014. № 9-2. С. 355-359.*
6. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Инженерно-геологическое изучение, картографирование, районирование территории Пермского края // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-10. С. 2190-2195.*
8. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Региональные факторы формирования инженерно-геологических условий территории Пермского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 84. С. 102–112.*
9. *Мацкевич И.К., Михалев В.В. Уточнение морфометрических параметров водохранилищ Камского каскада. Архив НПО «Омега». Пермь, 2010.*
10. *Назаров Н.Н. Геодинамка побережий водохранилищ Пермского края. Пермь, 2008. 151 с.*
11. *Назаров Н.Н. Современный экзогенный морфогенез ландшафтов таежного Предуралья и Урала (западный склон): автореф. дис. ...докт. географ.наук. СПб., 1996. 56с.*

*12. Печеркин И.А. Геодинамика побережий камских водохранилищ. Ч. I. Пермь, 1966. 199 с.*

*13. Печеркин И.А. Геодинамика побережий камских водохранилищ. Ч. II. Пермь, 1969. 308 с.*

*14. Пособие к СНиП 2.05.03-84 «Мосты и трубы» по изысканиям и проектированию железнодорожных и автодорожных мостовых переходов через водотоки (ПМП-91). М., 1992.*

*15. Пьянков С.В., Калинин В.Г. ГИС и математико-картографическое моделирование при исследовании водохранилищ (на примере камских). Пермь, 2011. 158с.*

*16. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 11. Средний Урал и Приуралье. Вып. 1. Кама. Л.: Гидрометеоиздат, 1966. 324 с.*

*17. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 11. Средний Урал и Приуралье. Л.: Гидрометеоиздат, 1973. 846 с.*

*18. Середин В.В. Инженерная геология. Учебное пособие. 2002. 116 с.*

*19. Середин В.В., Сысолятин С.Г., Вагин А.Л., Хрулев А.С. Влияние напряженного состояния грунтов на модуль деформации. Инженерная геология. 2015. № 2. С. 12-16.*

*20. Середин В.В., Леонович М.Ф., Красильников П.А. Прогноз фильтрации углеводородов в дисперсных грунтах при разработке нефтяных месторождений. Нефтяное хозяйство. 2015. № 5. С.106-109.*

*21. Evolution of fracture surface morphology in rocks // V.V. Seredin, I.S. Kopylov, A.S. Khrulev, L.O. Leibovich, M.V. Pushkareva. Journal of Mining Science. 2013. T. 49 № 3. P. 409-412.*

УДК 551.448

**В.В. Зерова**
ОАО «Противокарстовая и береговая защита», г.Дзержинск

# ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И РАЗВИТИЕ КАРСТА В Г. ДЗЕРЖИНСКЕ

*Изучены инженерно-геологические условия и карстовые процессы г. Дзержинска. Установлена закономерность влияния повышенной тектонической трещиноватости на развитие карста и физико-механические свойства грунтов. В условиях техногенеза геодинамическая активность возрастает, как следствие возрастает вероятность карстопроявлений.*

*Ключевые слова: инженерная геология, карст, современная геодинамика и неотектоника*

**V.V. Zerova**
JSC «Karst-control and Bank protection», Dzerzhinsk

# ASSESSMENT OF THE IMPACT OF GEODYNAMIC ACTIVITY ON ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS AND DEVELOPMENT OF KARST IN THE TOWN OF DZERZHINSK

*Engineering-geological conditions and karst processes Dzerzhinsk are studied. The pattern of influence of increased tectonic fracturing on the development of karst and mechanical properties of soils is established. In the conditions of technogenic geodynamic activity increases a result increases the likelihood of the manifestations of karst.*

*Keywords: engineering geology, karst, modern geodynamics and neotectonics*

**Введение.**

Проблема изучения карста является чрезвычайно важной для Нижегородской области, где закарстованные территории занимают около трети территории, особенно – для урбанизированных территорий, таких как территория г. Дзержинска, расположенного в пределах Дзержинско-Нижегородского карстового района [10]. Та или иная степень карстоопасности в г. Дзержинске практически существует на всей территории. В городе неоднократно отмечались деформации зданий и других сооружений, связанные с карстовыми процессами. В среднем в год здесь происходит примерно 4-5 провалов. Наиболее закарстованные территории расположены в зоне подтопления. Здесь расположены экологически опасные и социально значимые объекты, в том числе химические предприятия, полигон захоронения отходов, магистральная железная дорога для скоростного движения [3].

В 1953 г. для проведения систематических мониторинговых исследований карстовых явлений и разработки мероприятий по борьбе с

© В.В. ерова, 2016

карстом была организована Дзержинская карстовая станция (ныне ОАО «Противокарстовая и береговая защита»). За долгие годы исследований было пробурено около 1000 карстологических скважин, изучено более 500 карстовых воронок.

**Геологические условия развития карста.**

Особенностью Дзержинско-Нижегородского карстового района является приуроченность карста к долинам рек Волги и Оки. Основными факторами формирования карста на территории г. Дзержинска являются тектонические и нетектонические, геоморфологические, литологические, гидрогеологические факторы.

Развитие карста в данном районе связано с особенностями его геологического строения, обуславливающими относительно близкое к поверхности залегание растворимых отложений казанского и сакмарского ярусов пермской системы и повышенной проницаемостью покровной и карстующихся толщ [10]. В геоморфологическом отношении район г. Дзержинска находится на территории развития аккумулятивных левобережных террас (I-III) долины р. Оки. Мощность покровных водоносных песчаных отложений составляет 20-80 м. Песчаная толща перекрывает сильно разрушенные и закарстованные трещиноватые известняки и доломиты казанского яруса верхнего отдела пермской системы. Мощность карбонатной толщи не превышает 10 м. На размытую поверхность казанских отложений, а где они отсутствуют – непосредственно на гипсо-ангидритовую толщу сакмарского яруса в районе г. Дзержинска ложатся отложения нижней свиты преимущественно глинистых пород татарского яруса, мощностью до 24 м. Важную роль в развитии карста играют маломинерализованные поверхностные и подземные воды верхней зоны. Получая доступ к карбонатным и сульфатным породам при нисходящей циркуляции, они оказывают на эти породы растворяющее действие [11].

Одним из главных факторов развития карста, является новейшая тектоника и современная геодинамика и их проявления – повышенная трещиноватость пород в геодинамических активных зонах. Геодинамическая опасность на закарстованных территориях усиливается в условиях техногенеза, где на урбанизированных территориях повышается вероятность образования техногенно-карстовых провалов. Методика картировании зон повышенной трещиноватости и геодинамических активных зон при изучении геоструктурных факторов карстоопасности приведена в работах [2, 4-8]. В ее основе лежат комплексные инженерно-геологические и аэрокосмогеологические исследования.

Автором в течение 2013-2015 гг. проводились исследования карстовых процессов на территории г. Дзержинска [1]. Были проведены маршрутные карстологические обследования местности для установления закономерности распространения поверхностных карстопроявлений, их возраста, характера и интенсивности проявления. На участках интенсивного развития карста, выявленного по результатам маршрутных наблюдений, при инженерных изысканиях (ОАО «Противокарстовая и береговая защита») были пробурены

карстологические скважины, выполнено статическое и динамическое зондирование. В результате выполненных работ были изучены: геологическое строение восточной промзоны и других районов города; гидрогеологические параметры водоносных горизонтов; состав, состояние и свойства пород карстующейся толщи. Основной задачей исследований было проведение комплексного инженерно-геологического анализа с оценкой современной геодинамики и районирования с целью прогнозирования карстовой опасности.

**Оценка современной геодинамики и трещиноватости по материалам аэрокосмогеологических исследований**

Для оценки геодинамической активности территорий в общем комплексе геологических работ большое значение имеют аэрокосмогеологические исследования (АКГИ). Основным видом работ в комплексе АКГИ является линеаментное дешифрирование – выделение на материалах аэрокосмических съемок (МАКС) с помощью геоиндикационных признаков (геоморфологических, ландшафтных, гидрогеологических и др.) элементов структурно-тектонического строения и неотектонических особенностей изучаемой территории. Для обозначения линейных объектов, выделенных по снимкам, используется термин «линеамент» - линейные неоднородности земной коры и литосферы разного ранга, протяженности, глубины и возраста заложения. Главной задачей изучения линеаментов является выяснение их природы. Всесторонний анализ результатов дистанционных исследований и данных, полученных традиционными геолого-геофизическими методами, позволяет предполагать отражение прямолинейными линеаментами трещинно-разрывных деформаций осадочного чехла и взаимосвязь линеаментов с напряжёнными зонами земной коры и зонами повышенной трещиноватости и проницаемости в породах осадочного чехла, известными как геодинамические активные зоны [4-7].

Геодинамические активные зоны (АЗ) представляют собой ограниченные, протяжённые в плане участки земной коры, с концентрацией тектонического напряжения, обусловленного внутренними силами Земли и их активностью на современном этапе неотектонического развития, характеризующиеся пониженной прочностью, повышенной трещиноватостью, проницаемостью, и как следствие, проявлением разрывной тектоники, сейсмичности, подъёмом флюидов и других процессов. Геодинамическими АЗ, как правило, являются мобильные зоны трещинно-разрывных нарушений на границах блоковых структур, узлы пересечения разнонаправленных нарушений, осложняющие неотектонические блоки; внутриблоковые участки сгущения сети нарушений.
Методологической основой выделения геодинамических активных зон является линеаментно-геодинамический анализ, который проводился на основе изучения распределения плотности линеаментов по их протяженности на единицу площади [4].

Линеаментно-геодинамический анализ представляет собой комплекс геологических, геоморфологических, дистанционных и других методов картирования полей тектонической трещиноватости и геодинамической активности. Анализ заключается в получении исходной модели линеаментного

поля путем дешифрирования МАКС, далее – в аппроксимации расчетных данных, ранжировании территории по степени геодинамической активности, построение ее картографических моделей разного уровня детальности. Дешифрирование линеаментов состоит из следующей последовательности: выделение линейных объектов и составление схем линеаментов; обработка схем линеаментов; установление закономерностей в распределении линеаментов [5].

Копыловым И.С. было проведено дешифрирование космических снимков (КС) восточной промзоны г. Дзержинска. На всей территории были выделены прямолинейные линеаменты различных систем (рис. 1).

Рис.1. Карта тектонической трещиноватости восточной промзоны г. Дзержинска (И.С. Копылов, 2015)

Наиболее четко на КС выделяется серия линеаментов центральной части, здесь 2 крупных линеамента, проходящих с запада на восток и с северо-запада на юго-восток, имеют множество пересечений с линеаментами более низших порядков.

По плотности линеаментов и мегатрещиноватости была построена карта геодинамической активности восточной промзоны г. Дзержинска (И.С. Копылов И.С., 2015) [7] (рис. 2).

Обработка данных, построение карт проводились с использованием программного обеспечения ArcGIS и модуля Spatial Analyst фирмы ESRI. Выделение и классифицирование геодинамических АЗ производилось по классификации геодинамических активных зон [4].

Согласно карте, общий фон составляют значения со средней плотностью линеаментов, по периферии – участки с низкой степенью плотности линеаментов. В центральной части выделяются значения с высокой и очень высокой степенью интенсивности, небольшими участками отмечены площади с чрезвычайно высокой геодинамической активностью.

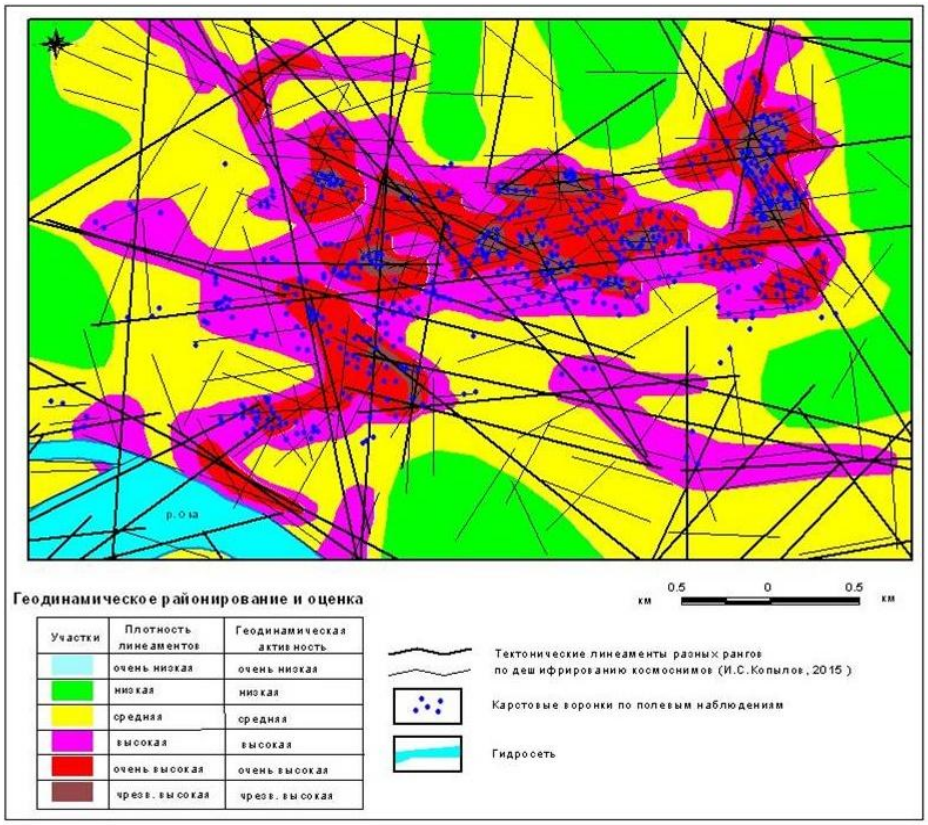



Рис.2. Карта геодинамической активности восточной промзоны г. Дзержинска (И.С. Копылов, 2015)

Все выделенные локальные геодинамические активные зоны в карстовых районах представляют собой потенциально опасные участки для размещения строительных объектов, которые необходимо учитывать при проведении инженерных изысканий, проектно-строительных работ, разработке природоохранных мероприятий, безопасной эксплуатации инженерных сооружений и в других сферах хозяйственной деятельности. На участках геодинамической активности в условиях карстовой опасности необходимо осуществление постоянно действующего дистанционного мониторинга за состоянием геологической среды с целью инженерно-геологической безопасности [5, 7, 12].

**Исследование влияния тектонической трещиноватости на инженерно-геологические условия**

*Методы оценки тесноты корреляционной связи*

Показателем тесноты связи является линейный коэффициент корреляции. Он обозначается латинской буквой R в математической статистике (r – в статистике) и может принимать значения от -1 до +1. Если значение по модулю находится ближе к 1, то это означает наличие сильной связи, а если ближе к 0 – связь отсутствует или является существенно нелинейной.

Зная численные значения показателя тесноты корреляционной связи, можем решать следующие вопросы:

1) оценить необходимость дальнейшего изучения связи между исследуемыми признаками;

2) произвести ранжировку факторных признаков по степени их влияния на результативный признак.

Методика расчета коэффициента парной корреляции сводится к нормированию случайных величин исследуемых выборок и вычислению коэффициента r по зависимости:

$$r = \frac{\Sigma t_x * t_y}{n}$$

или

$$r = \frac{\Sigma(x_i - x)(y_i - y)}{\sqrt{\Sigma(x_i - x)^2 * \Sigma(y_i - y)^2}}$$

Данное уравнение является классическим [17].

*Оценка значимости коэффициента корреляции*

После расчета коэффициента корреляции возникает необходимость его оценки, т.е. оценить возможность распространения выводов по результатам выборки на генеральную совокупность. В зависимости от объема выборочной совокупности предлагаются различные методы оценки коэффициента корреляции.

Для малого объема выборочной совокупности в качестве критерия проверки используется величина .

Полученную величину $t_{расч}$ сравнивают с табличным значением $t_T$-критерия (число степеней свободы равно k=n-2). Если рассчитанная величина $t_{расч}$ больше $t_T$, то найденной значение r значимо. Если же вычисленная величина $t_{расч}$ меньше $t_T$, то полагают, что коэффициент корреляции существенно не отличается от нуля, незначим.

Проверку гипотезы об отсутствии связи можно сделать и без вычислений, пользуясь таблицей, составленной Р. Фишером. В этой таблице показывается величина коэффициента корреляции, которая может считаться существенной при данном количестве наблюдений. При пользовании этой таблицей величину коэффициента корреляции следует искать для числа степеней свободы, равного n-2 [7].

*Выявление корреляционной связи между плотностью тектонической трещиноватости, плотностью карстовых воронок и показателями свойств грунтов*

После проведения инженерно-геологического районирования была выявлена связь между геодинамическими активными зонами (плотность линеаментов) и инженерно-геологическими показателями (по карстовым процессам и грунтовым условиям).

Возникла необходимость выявления степени корреляционной связи между инженерно-геологическими показателями и плотностью тектонической трещиноватости.

В качестве результативного признака стоит принять показатель плотности тектонической трещиноватости, в качестве факторных признаков

были приняты показатели влажности грунтов (для исследования был выбран наиболее часто встречающийся инженерно-геологический элемент – ИГЭ-4), мощности рыхлых отложений и плотности карстовых воронок.

Расчет коэффициента корреляции проводился по вышеописанной методике.

Результаты расчетов коэффициентов корреляции между результативным и факторными признаками приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты расчета коэффициентов корреляции

| Факторные / Результативный | Влажность песков | Мощность рыхлых отложений | Плотность воронок |
|---|---|---|---|
| Плотность тектонической трещиноватости | 0,26 | 0,53 | 0,76 |

Проверяем значимость коэффициентов корреляции. Определяем $r_{табл}$=0,4438 при k=n-2=18 и α=0,05. Сравниваем $r_{табл}$ с $r_{расч}$ (пользуясь таблицей Р. Фишера):

1) Коэффициент корреляции между влажностью песков и плотностью тектонической трещиноватости

$$r_{расч}=0,26< r_{табл}=0,4438,$$

коэффициент корреляции не значим (рис. 3).

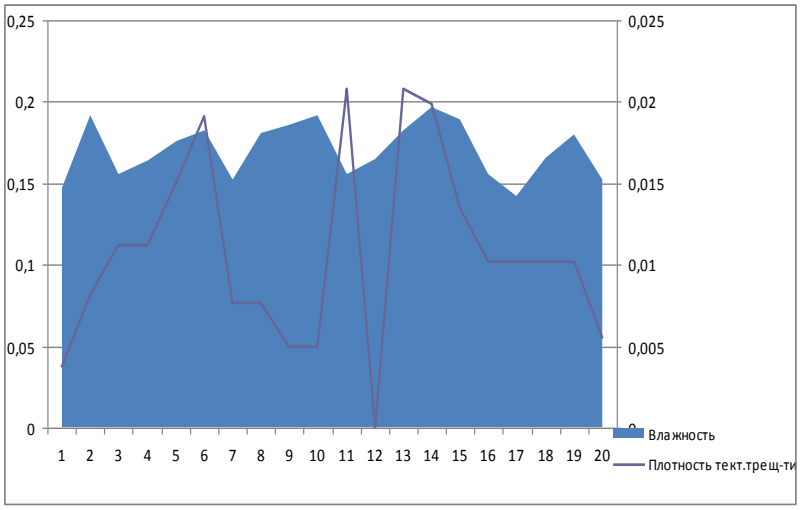



Рис. 3. Графики изменения влажности песков и плотности тектонической трещиноватости

2) Коэффициент корреляции между мощностью рыхлых отложений и плотностью тектонической трещиноватости

$$r_{расч}=0,53> r_{табл}=0,4438,$$

коэффициент корреляции значим (рис. 4).

3) Коэффициент корреляции между плотностью воронок и плотностью тектонической трещиноватости

$$r_{расч}=0,76> r_{табл}=0,4438,$$

коэффициент корреляции значим (рис. 5).

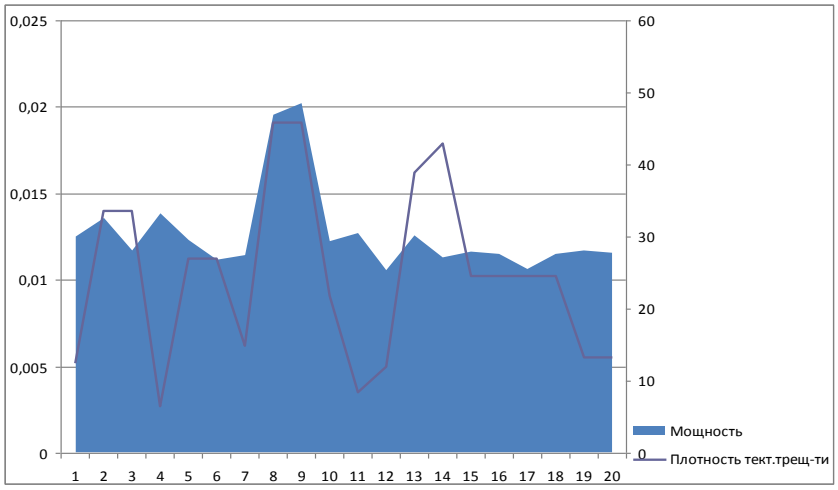



Рис. 4. Графики изменения мощности рыхлых отложений и плотности тектонической трещиноватости

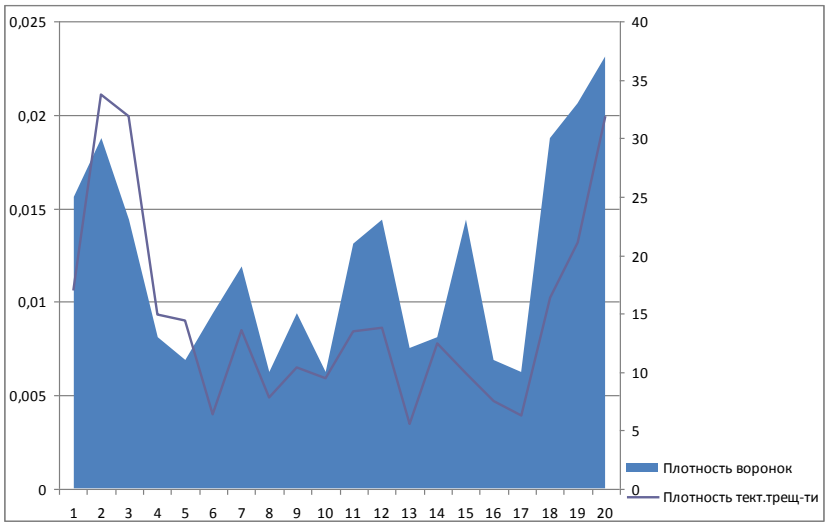



Рис. 5. Графики изменения плотности воронок и тектонической трещиноватости

В результате сравнения $r_{расч}$ и $r_{табл}$ можно сделать вывод, что корреляционные связи наблюдаются между плотностью тектонической трещиноватости и мощностью рыхлых отложений, а также между плотностью тектонической трещиноватости и плотностью воронок.

**Заключение**

В результате исследований были выявлены корреляционные связи между плотностью тектонической трещиноватости и мощностью рыхлых отложений, а также между плотностью тектонической трещиноватости и плотностью воронок [1]. Проведенный корреляционный анализ подтверждает положение о влиянии современной геодинамики на грунтовые условия и развитие карста.

Инженерно-геологическое районирование рассматриваемого участка основано на методике бальной оценки классификационного признака [8, 9].

Исходя из полученных данных на рассматриваемой территории были выделены 4 степени сложности инженерно-геологических условий, которые уточняют существующую карту карстового районирования [10] (рис. 6):

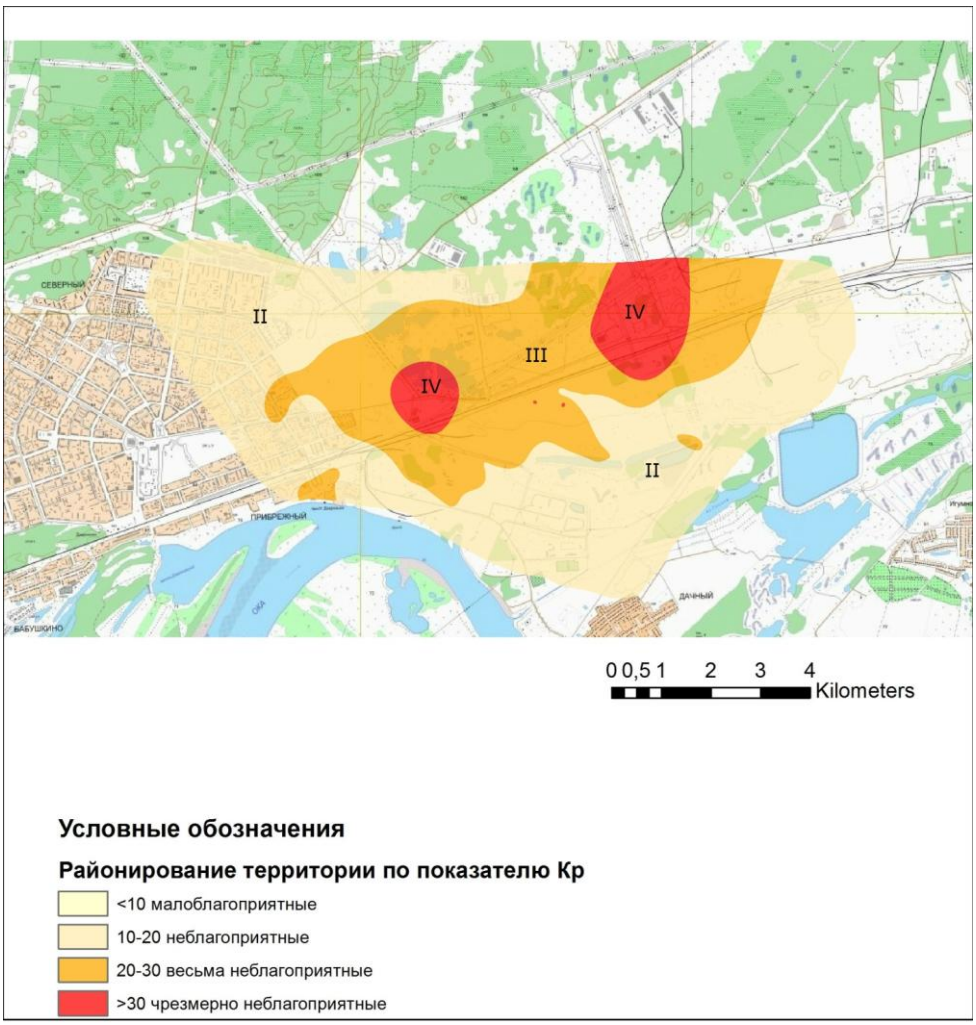



Рис. 6. Карта районирования восточной промзоны г.Дзержинска
по степени инженерно-геологической сложности

I – характеризуется малоблагоприятными инженерно-геологическими условиями.

II – характеризуется неблагоприятными инженерно-геологическими условиями.

III – характеризуется весьма неблагоприятными инженерно-геологическими условиями.

IV – характеризуется чрезмерно неблагоприятными инженерно-геологическими условиями.

Согласно карте районирования большую площадь рассматриваемой территории составляют участки с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями. В центральной части изучаемой площадки выделены зоны с III и IV степенями сложности, для них характерны весьма неблагоприятные, чрезмерно неблагоприятные инженерно-геологические условия.

Сопоставив карту геодинамических активных зон и карту районирования по степени сложности инженерно-геологических условий, можно сделать вывод о том, что существует высокая корреляционная связь между

геодинамической активностью и другими инженерно-геологическими показателями.

### *Библиографический список*


1. *Зерова В.В.. Оценка влияния современной геодинамики на инженерно-геологические условия и развитие карста (на примере г. Дзержинска) // В сборнике: Геология в развивающемся мире. 2015. С. 26-29.*
2. *Золотарев Д.Р. Линеаментный анализ в инженерном карстоведении на примере закарстованных территорий Среднего Предуралья / автореферат дис. ... кандидата геолого-минералогических наук. Екатеринбург, 2013. 23 с.*
3. *Давыдько Р.Б. Карстомониторинг – основа безопасного развития г.Дзержинска // Карстовые процессы: закономерности развития, мониторинг, инженерно-геологические методы исследований: материалы науч.-практ. конф. Кунгур, 2010. С. 75-78.*
4. *Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4.*
5. *Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6.*
6. *Копылов И.С. Аэрокосмогеологические методы для оценки геодинамической опасности на закарстованных территориях // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 6. С. 14-19.*
7. *Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ на закарстованных территориях Нижегородской области // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 7-2. С. 241-246.*
8. *Середин В.В. Математические методы в гидрогеологии и инженерной геологии. Пермь, 2011.*
9. *Середин В.В., Галкин В.И., Растегаев А.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В. Прогнозирование карстовой опасности при инженерно-геологическом районировании территорий // Инженерная геология. 2012. № 2. С. 40-45*
10. *Рекомендации по проведению инженерных изысканий, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской обоасти. Нижний Новгород, 2012.*
11. *Толмачев В.В., Давыдько Р.Б. Краткая геолого-геоморфологическая характеристика районов возникновения крупных карстовых провалов и возможный механизм их образования. Фонды ОАО «Противокарстовая и береговая защита».*
12. *Evolution of fracture surface morphology in rocks // V.V. Seredin, I.S. Kopylov, A.S. Khrulev, L.O. Leibovich, M.V. Pushkareva. Journal of Mining Science. 2013. T. 49 № 3. P. 409-412.*

УДК 551.448

**К.С. Икрянникова**
ОАО «Противокарстовая и береговая защита», г.Дзержинск

# ОЦЕНКА КАРСТООПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ НАВАШИНСКОГО РАЙОНА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Рассмотрены условия развития карстовых форм на территории Навашинского района Нижегородской области. Проведен анализ поверхностных карстопроявлений, применены нормативные методы оценки карстоопасности территории.*

*Ключевые слова: карст, карстовые воронки, карстоопасность, Навашинский район.*

**K.S. Ikriannikova**
JSC «Karst-control and Bank protection», Dzerzhinsk

# APPRAISEMENT DANGER OF KARST FOR THE TERRITORY NAVASHINO DISTRICT OF NIZHNY NOVGOROD REGION

*The article to view conditions for development of karst forms in the Navashino district, also was conducted analysis of surface karst, applied standart method appraisement danger of karst.*

*Keywords: karst, sinkholes, danger of karst, Navashino district.*

Карст является одним из наиболее опасных геологических процессов на территории Нижегородской области.

Навашинский район площадью 1,2 тыс. км$^2$ расположен в юго-западной части Нижегородской области, занимая устьевую часть долины рек Тѐши и Серѐжи и левобережье реки Оки.

Согласно районированию карста Среднего Поволжья (по А.В. Ступишину, 1967), рассматриваемый район расположен в северной части Окско-Сурской карстовой области, которая занимает северо-западную часть Приволжской возвышенности, представляющую собой в тектоническом отношении структуры Горьковских поднятий. Карстовые явления здесь развиваются в Тёше-Сережинском карстовом районе [5].

Основными условиями развития карста (по Д.А. Соколову) являются наличие растворимых пород, их водопроницаемость, наличие движущихся вод и их растворяющая способность.

На территории рассматриваемого района можно выделить все четыре обязательных условия развития карста:

- наличие карстующихся пород – нижнепермские гипсы и ангидриты (ассельский и сакмарский ярусы) и среднепермские известняки и доломиты (казанский ярус)**;**

© К.С. Икр нникова, 2016

- водопроницаемость пород, обусловленная тектоническими особенностями и палеогеографической обстановкой;

- наличие движущейся воды, подтверждается в результате вскрытия водоносных горизонтов при бурении;

- растворяющая способность воды, как следствие проникновения агрессивных поверхностных и подземных вод верхней зоны.

Также одним из важнейших факторов развития карста, является новейшая тектоника и современная геодинамика и их проявления – повышенная трещиноватость пород в геодинамических активных зонах, которые особенно усиливаются на урбанизированных территориях, где повышается вероятность образования техногенно-карстовых провалов [1, 2].

**Результаты исследований.**

На территории Навашинского района в ходе карстологического обследования было обнаружено и описано 286 карстовых форм различных по морфометрическим и морфологическим параметрам.

По форме в разрезе наибольшее распространение получили чашеобразные воронки – 148 шт., немного меньше блюдцеобразных – 96 шт.; конусообразных – 28 шт., и сложных –14 шт.

При описании карстовых воронок был приблизительно определен их возраст по таким признакам как вид бровок, форма бортов, растительность, отложения залегающие с поверхности и др. Наибольшее распространение получили старые воронки – 121 шт., немного меньше оказалось древних – 118 шт.; молодых – 46 шт., свежих – 1 шт.

Форма карстовых воронок в плане на исследуемом участке преимущественно округлая (257шт), а также встречается эллипсовидная (19шт) и сложная (10шт), как результат слияния воронок.

Согласно морфометрической классификации (К.А. Горбунова, 1979), в зависимости от диаметра воронки подразделяются на: небольшие (менее 5 м), обычные – наиболее распространенные (5-25 м), большие (25-50 м), очень большие (более 50 м).

На территории Навашинского района наибольшее распространение имеют обычные воронки – 175 шт, 81 шт характеризуются как большие, 21 – очень большие и 9 – небольшие. Глубины воронок изменяются от 0,6 до 20 м (рис. 1).

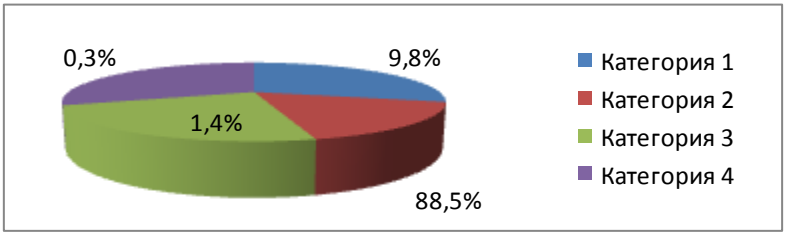



Рис.1. Распределение карстовых воронок по глубине
(по классификации К.А. Горбуновой)

Для оценки карстоопасности района, согласно нормативной литературе [4, 6], были рассмотрены методы оценки карстоопасности по удаленности от ближайшего карстопроявления и по интенсивности карстопроявлений.

Для территории Навашинского района была построена карта устойчивости методом удаленности от ближайшего поверхностного карстопроявления (рис. 2). Согласно данной карты, большую часть района составляют территории с радиусом удаленности от ближайшего карстопроявления в интервале >250 м, что соответствует V категории устойчивости, то есть территория относительно устойчивая.

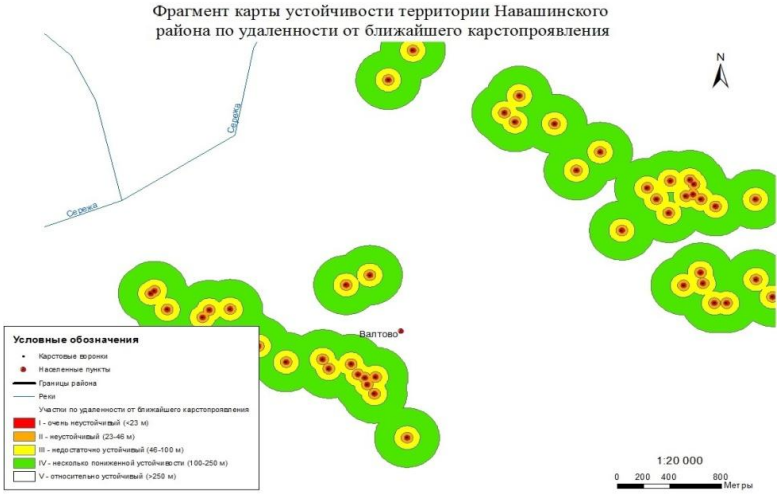



Рис. 2. Фрагмент карты устойчивости территории Навашинского района по удаленности от ближайшего карстопроявления

При оценке устойчивости территории по методу интенсивности проводилась количественная оценка карстоопасности по поверхностным карстопроявлениям и их распределению в пространстве. При этом учитывалось два показателя: интенсивность провалообразования и средний диаметр провалов. После проведения расчетов, была построена карта типизации территории Навашинского района по категориям устойчивости относительно провалообразования (рис. 4, 5).

Проанализировав данную карту, был сделан вывод, что большая часть исследованной территории характеризуется, как относительно устойчивая с возможным диаметром карстовых провалов 3 м и менее (V-Г).

Таким образом, карты двух методик позволили оценить неоднородность рассматриваемой территории, выявить участки с различной степенью устойчивости, оценить пространственное распределение поверхностных карстопроявлений, наметить участки для более детальных исследований с целью решения конкретных задач.

Рис. 3. Карта типизации территории Навашинского района по категориям устойчивости

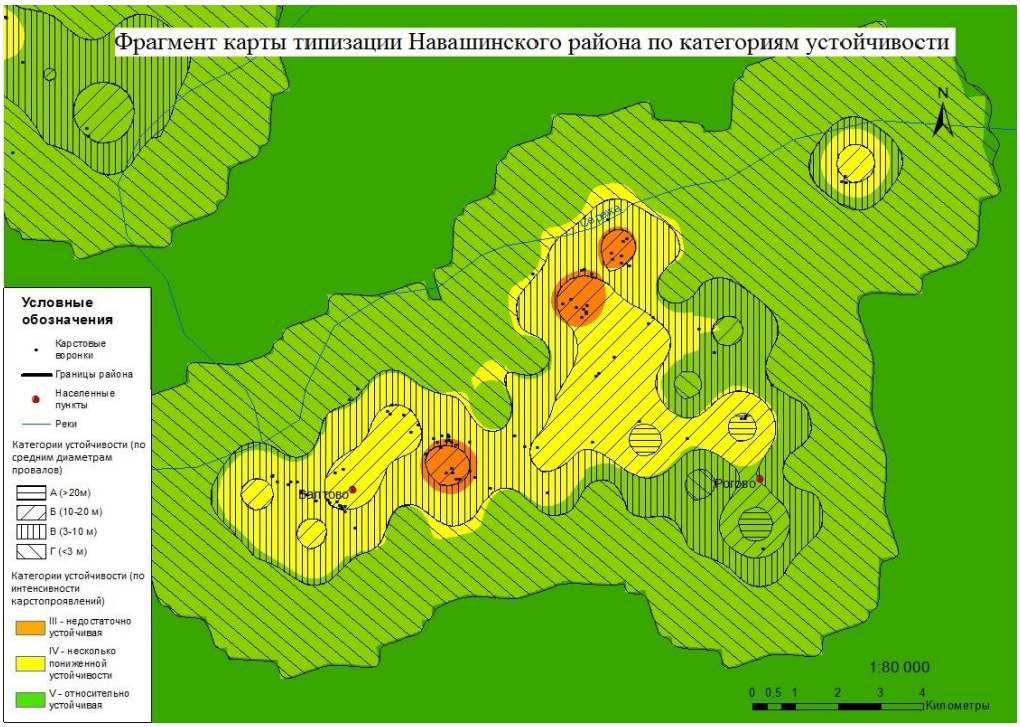



Рис. 4. Фрагмент карты типизации территории Навашинского района по категориям устойчивости

Новое перспективное направление по оценке карстовой опасности в Навашинском и других районах Нижегородской м.б. связано оценкой карстоопасности на основе линеаментно-геодинамического анализа по аэрокосмическим исследованиям. Территория Навашинского района по материалам дистанционных аэрокосмогеологических исследований (И.С. Копылов, 2015) [3] попадает в зону повышенной геодинамической активности. При этом все 10 участков с повышенной плотностью карстовых воронок контролируются региональными тектоническими линеаментами.

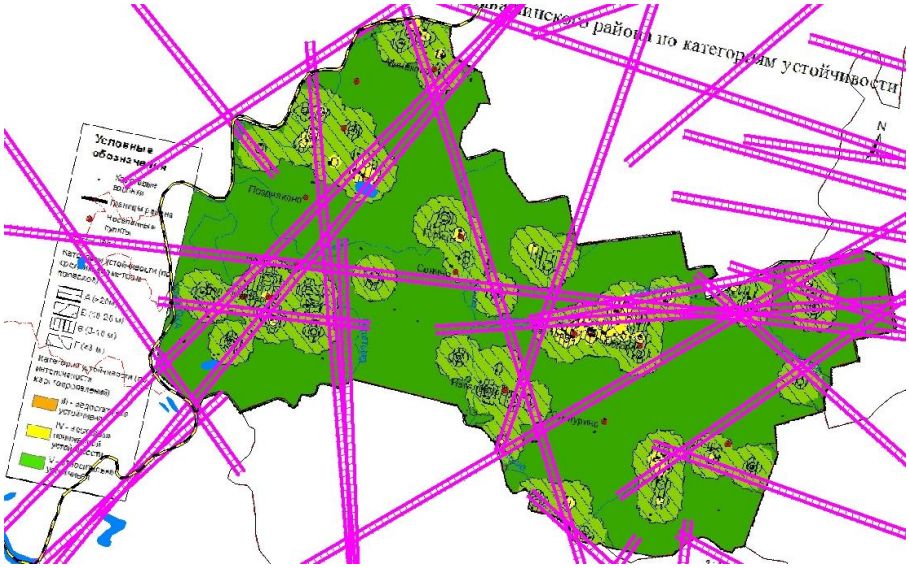



Рис. 5. Региональные тектонические линеаменты территории Навашинского района, контролирующие карстовые поля [3]

## *Библиографический список*


1. *Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4.*
2. *Копылов И.С. Аэрокосмогеологические методы для оценки геодинамической опасности на закарстованных территориях // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 6. С. 14-19.*
3. *Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ на закарстованных территориях Нижегородской области // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 7-2. С. 241-246.*
4. *СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч. II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. М.: ПНИИИС. 2001. 101 с.*
5. *Ступишин А.В. Равнинный карст и закономерности его развития на примере Среднего Поволжья. Казань, 1967.*
6. *ТСН 302-50-95 РБ. Инструкция по изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях. Уфа: Госстрой Респ. Башкортостан. 1996. 44 с.*

УДК 502/504

**И.С. Копылов, Б.М. Осовецкий**
Естественнонаучный институт, Пермский государственный
национальный исследовательский университет

# МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ ИЗУЧЕНИЮ И КОМПЛЕКСНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С УЛУЧШЕНИЕМ ИХ КАЧЕСТВА (НА ПРИМЕРЕ РАЙОНА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ «БЕЛКОМУР»)

*Рассматривается методический подход по улучшению качества грунтов при сооружении крупных объектов (на примере проектируемой железной дороги «Белкомур» в Пермском крае). Предлагается технология комплексной разработки песчано-гравийных месторождений (обогащение с применением системы винтовых сепараторов), позволяющая улучшать качество строительных материалов и получать ценные минералы. Проведены инженерно-геологический анализ и районирование района «Белкомур», где существуют благоприятные геолого-экономические условия для внедрения данной технологии.*

*Ключевые слова: инженерная геология, грунты, строительные материалы, минералы, проект железной дороги «Белкомур», Пермский край.*

**I.S. Kopylov, B.M. Osovetskiy**
Natural Sciences Institute, Perm State University

# METHODICAL APPROACH TO ENGINEERING-GEOLOGICAL STUDY AND COMPLEX DEVELOPMENT OF DEPOSITS OF BUILDING MATERIALS TO IMPROVE THEIR QUALITY (FOR EXAMPLE, THE AREA OF THE RAILWAY «BELKOMUR»)

*The methodical approach to improve the quality of soils in the construction of large objects (for example, design of the railway «Belkomur» in the Perm region) is considered. We offer the technology of complex development of sand-gravel deposits (enrichment using the screw separator), which allows to improve the quality of construction materials and to receive valuable minerals. Engineering-geological analysis and zoning of the area «Belkomur», where there are favorable geological and economic conditions for the implementation of this technology are made.*

*Keywords: engineering geology, soils, building materials, minerals, design of the railway «Belkomur» in the Perm region.*

При сооружении крупных объектов, таких, как строительство железной дороги «Белкомур», важной проблемой является обеспечение качественными строительными материалами. Низкое качество строительных материалов – грунтов, используемых при сооружении объектов, может обусловливать

© И.С. Ко ов, . . ове ки , 2016

развитие опасных инженерно-геологических процессов. Как известно, разрабатываемые месторождения строительных материалов (гравия, песка, глины и др.) часто не полностью соответствуют установленным кондициям на тот или иной вид сырья. Для достижения необходимых показателей применяются различные методы обогащения исходного сырья. Однако нередко этим пренебрегают и применяют природное сырье без какой-либо предварительной обработки [9].

Единой общепринятой классификации обломочных пород по размеру слагающих их зерен и обломков не существует. Согласно ГОСТ 8736–93, к пескам относят материал с размером зерен от 0,14 до 5,00 мм, согласно ГОСТ 8267–93 к гравию – от 5,00 до 70,00 мм. Если количество обломков, превышающих по размерам песчаные частицы, в общей массе породы более 30 % она называется песчано-гравийной смесью. Окатанные обломки горных пород размером больше 70 мм относят к валунам [10].

Наиболее эффективным способом использования месторождений валунно-галечно-гравийных материалов является классификация природных смесей с получением различный фракций обломков (например, 80-40, 40-20, 20-10 и 10-5 мм) и отдельно фракции песка. Получаемые при этом пески существенно выигрывают в качестве благодаря удалению вредной примеси глинистых частиц.

Использование фракционированного строительного материала позволяет значительно улучшить качество строительных работ (особенно при сооружении дорожного полотна, фундаментов зданий, фильтрующихся плотин и т.д.). Пески могут получить применение как высококачественные строительные, формовочные и (при дополнительном рассеве) как штукатурные.

Сдерживающим моментом для применения в более широких масштабах классификации строительного сырья является высокая стоимость работ, которая с учетом небольших объемов строительства может оказаться экономически нерентабельной. Однако при строительных работах с потреблением больших объемов гравийно-галечных строительных материалов необходимые условия для этого существуют. Примером может служить сооружение железнодорожного полотна для трасс большой протяженности.

Для повышения экономической эффективности получения классифицированного строительного сырья нами предлагается приступить к освоению технологии комплексной разработки песчано-гравийных месторождений. Данная технология предусматривает дополнительно к аппаратуре, предназначенной для получения классифицированного гравия, присоединить еще один блок для гравитационного обогащения песка. Основой этого блока может стать система винтовых сепараторов высокой производительности, с помощью которых возможно получение концентратов ценных минералов. Данная схема обогащения целесообразна только в районах, где в разрабатываемых песчано-гравийных месторождениях присутствуют в достаточном количестве ценные минералы.

Необходимые геологические и экономические условия для комплексной разработки песчано-гравийных смесей существуют на территориях северо-

западных районов Пермского края и южных районов Республики Коми, где планируется сооружение железнодорожной трассы Соликамск – Архангельск (проект «Белкомур»). Суть проекта – в комплексном социально-экономическом развитии сразу трех субъектов РФ – Пермского края, республики Коми и Архангельской области. Общая протяженность дороги составит 1252 км. Новых рельс предстоит проложить 794 км, причем большая часть нового строительства предполагается на территории республики Коми и Пермского края (участок Соликамск – Гайны – Сыктывкар протяженностью 590 км). Значительная протяженность трассы потребует больших объемов гравия и песка (по проекту только для подсыпки в основании насыпи потребуется 56 млн $м^3$ грунта [12]), причем не только для сооружения полотна дороги и реконструкции имеющихся железнодорожных путей, но и для развития всей инфраструктуры на прилегающей территории в целом.

В 2005-2008 гг. сотрудниками ЕНИ ПГУ проведен комплексный инженерно-геологический и геолого-экономический анализ территории Пермского края. Исследования проводились с целью рационального недропользования при освоении минерально-сырьевых ресурсов [1, 4].

В 2011-2015 гг. ЕНИ ПГНИУ проводились специализированные инженерно – экологические, геодинамические ландшафтные исследования, направленные на региональное инженерно-геологическое изучение региона, а также на изучение и улучшение свойств грунтов как строительных материалов [2, 3, 8, 14].

В результате была составлена современная инженерно-геологическая карта масштаба 1:500 000 [5, 6]. В основу карты положен картографический и фактологический материал многих геологических отчетов производственных предприятий, особенно геологических и гидрогеологических съемок масштаба 1:200 000 и тематических работ по изучению геологических процессов, выполненных ФГУП «Геокарта-Пермь», ГП «Запуралгидрогеология», а также материалы поисковых работ ГПК «Пермнефть», ООО «Пермгеолнеруд» и др. Фрагмент инженерно-геологической карты (с упрощением), охватывающий район проектируемой трассы железной дороги, приведен на рис. 1.

Территория проектируемой трассы «Белкомур» по инженерно-геологическому районированию [5, 7] расположена в пределах инженерно-геологического региона первого порядка – Восточно-Европейской (Русской) платформы, Волго-Уральского инженерно-геологического региона второго порядка (А-I), соответствует северной части Волго-Уральской антеклизы.

В западной части рассматриваемой территории распространена терригенная формация мезозоя, в центральной части – терригенная красноцветная формация верхней и средней перми, в восточной части – карбонатно-терригенная формация нижней перми. В составе геолого-генетических комплексов преобладают флювиогляциальные пески и супеси, ледниковые моренные суглинки, полигенетические отложения, озерно-болотные оторфованные суглинки и торф. Включает две инженерно-геологические области: область аккумулятивной равнины Северного Прикамья (А-I-а) с 4 районами: район умеренных сводовых поднятий Северных Увалов

(А-а-I-1), район слабых дифференцированных поднятий Веслянской низины (А-I-а-2), район слабых дифференцированных поднятий Верхнекамской низменной равнины (А-I-а-3), район слабых дифференцированных поднятий Косинской низменной равнины (А-I-а-4); область денудационной равнины Среднего Прикамья (А-I-б) с 3 районами: район умеренных сводовых поднятий Верхнекамской возвышенности (А-I-б-5), район умеренных сводовых поднятий Верхнекондаских Увалов (А-I-б-6), район слабых дифференцированных поднятий Иньвенско-Обвинской низменной равнины (А-I-б-7).

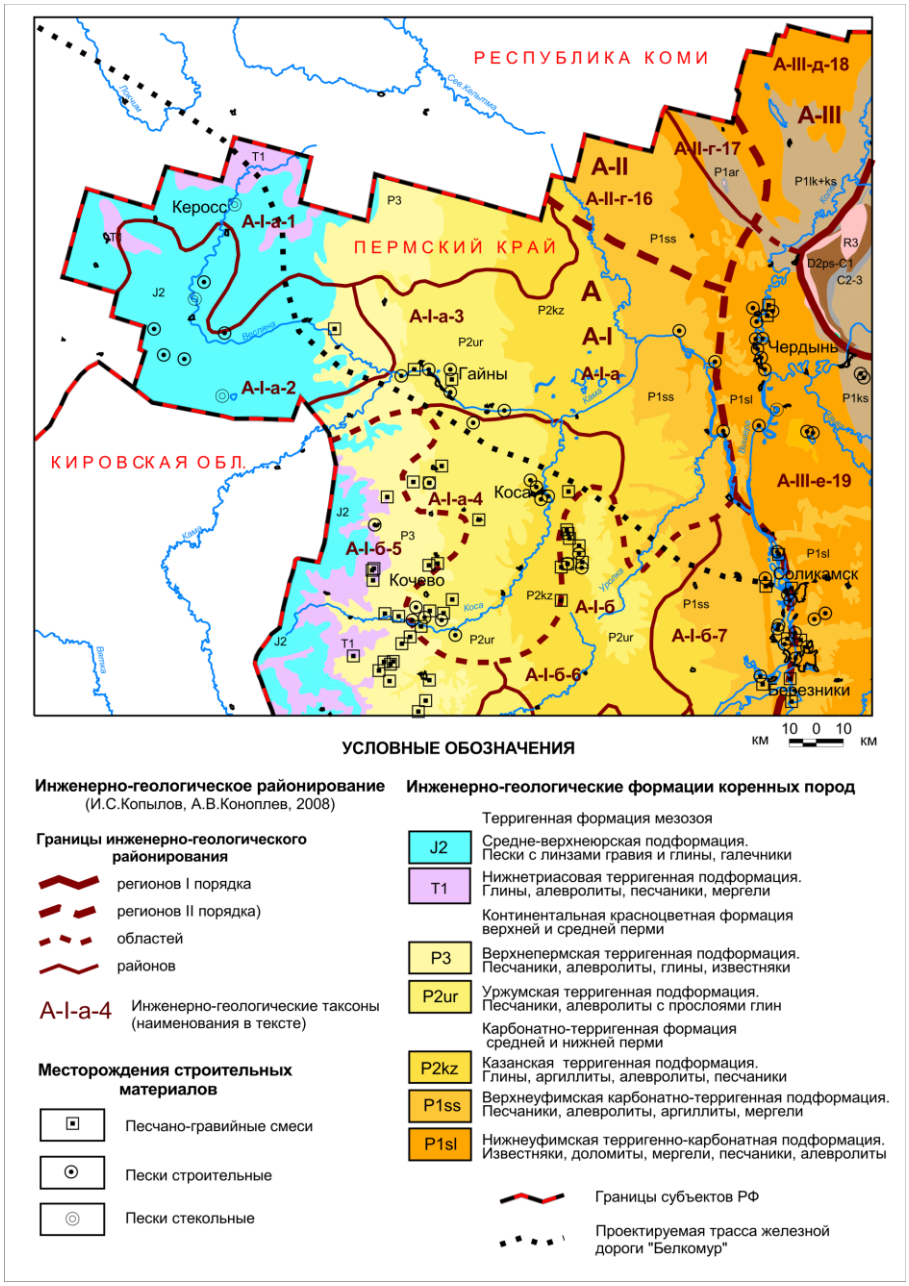



Рис. 1. Инженерно-геологическое районирование и ресурсы строительных материалов района трассы «Белкомур»

Проведено зонирование по основным факторам, определяющим инженерно-геологические условия на регионально-зональном уровне: распространению основных геологических процессов (заболачивание,

эрозионные и гравитационные процессы, в восточной части – карст, суффозия, переработка берегов водохранилищ), проведена типизация по степени инженерно-геологической сложности промышленного и хозяйственного освоения. Выделено 4 типа участков: благоприятные (требуется обычная инженерная подготовка), условно благоприятные (значительная подготовка), ограниченно благоприятные (сложная подготовка), неблагоприятные (специальные трудноосуществимые методы инженерной подготовки). Выделены приоритетные районы и участки на поиски общераспространенных полезных ископаемых, в т.ч. – месторождений строительных материалов.

В районе проектируемой трассы «Белкомур», в северо-западной части Пермского края установлено (по материалам ФГУП «Геокарта-Пермь», ООО «Пермгеолнеруд» и др.) более 100 месторождений строительных материалов обломочных пород, среди которых примерно в равных долях преобладают месторождения песчано-гравийных смесей и песка строительного (рисунок).

Песчано-гравийные смеси (ПГС) имеют широкое распространение в долинах крупных рек, где они представлены аллювием русла и поймы. Достаточно широко ПГС встречаются на северо-западе Пермского края в пределах распространения ледниковых отложений, а также в районах распространения пермских, триасовых и юрских отложений, как результат дезинтеграции слагающих их песчаников и гравелитов. По форме залегания — это пластовые линейно вытянутые залежи мощностью от 2,0 до 10,5 м, перекрытые во всех случаях, кроме русла, покровными суглинками и глинами. Обломочный материал преимущественно кварцево-кремнистый, содержание гравия в общей массе 19,5-55%, песок является слабо цементирующей массой. Всего на учете состоит 51 месторождение ПГС с запасами 250 млн м$^3$, из которых большинство приходится на долину р. Камы и ее крупных притоков. Прирост запасов можно предполагать в низовьях притоков р. Камы (рр. Весляна, Коса, Вишера), а также в ледниковых отложениях.

Песок строительный территориально приурочен к районам распространения песчано-гравийных смесей т. к. имеет с ними тесную генетическую связь. Более того, некоторые месторождения строительных песков содержат прослои или горизонты ПГС. Большая часть запасов (160 млн м$^3$) сосредоточена в аллювиальных отложениях поймы и низких террас р. Камы и ее крупных притоков. Некоторые месторождения являются дезинтеграторами песчаников верхней-средней перми, триаса и юры, некоторые сложены флювиогляциальными и ледниковыми отложениями. Мощность продуктивного горизонта варьирует в пределах 1,1-18,6 м и напрямую зависит от ранга водотока, самые высокие мощности в отложениях первой и второй террас р. Камы. В флювиогляциальных отложениях мощность продуктивных песков достигает 18,0 м (месторождение Северное в Кочевском районе, в 12 км СЗ с.Усть-Силайка). В восточной части трассы «Белкомур» расположены три крупнейших в Пермском крае месторождения строительных песков – Соликамское (запасы кат. А+В+$C_1$ – 29,8 млн м$^3$), Мошевское (запасы кат. $C_2$ – 25,8 млн м$^3$) и Тетеринское (запасы кат. $C_2$ – 18,1 млн м$^3$) [11]. Песок различной

зернистости преимущественно кремнисто- кварцевого состава. Иногда присутствуют в незначительном количестве полевые шпаты и слюды. Типовой состав песка из ПГС (месторождение «Лугдын», 8 км западнее п. Гайны) в %: кварц 68,4, кремни 25,3, магматические породы 4,4, известняки 0,1, мергели 0,6, рудные минералы 0,1, прочие породы 1,1. Тяжелая фракция шлиха состоит из пироксена, граната, эпидота, ставролита, рутила, турмалина, циркона. Содержание золота в ПГС 0,27 – 18,0 мг/м$^3$ (среднее 4,1 мг/м$^3$). Модуль крупности песка 1,4 – 2,7 (среднее 2,2). Пылевидные, глинистые и илистые частицы – 0,1 – 12,5% (среднее 2,3%), органические примеси отсутствуют. Качество природного песка в известных месторождениях в основном удовлетворяет требованиям ГОСТ 8736-93 «Песок для строительных работ», но иногда требуется дополнительное просеивание и отмыв от глинистого материала.

Геологические исследования, проведенные в последние годы сотрудниками Пермского университета, Института геологии Коми НЦ УрО РАН, МГУ, ЦНИГРИ и ряда других организаций, показали присутствие в разведанных месторождениях строительного сырья многих ценных минералов (золота, платиноидов, титано-циркониевых, редкоземельных, тантал-ниобиевых, оловорудных и др.). Получены также данные о возможности присутствия в них алмазов промышленной крупности.

Технология процесса обогащения отсева песка, получаемого при классификации исходной смеси, должна предусматривать первичное гравитационное обогащение на высокопроизводительных винтовых сепараторах большого диаметра с получением коллективного концентрата ценных минералов. Последние затем доводятся до конечного концентрата с применением специальных доводочных аппаратов (винтовых сепараторов, винтовых шлюзов, сепараторов Кнельсона и т.д.).

Предварительные экспериментальные исследовании, проведенные сотрудниками Пермского университета на ряде месторождений в бассейне р. Весляны, показали, что в конечном концентрате может находиться до 30 г/т золота и до 3 г/т платиноидов, которые являются главными ценными компонентами в районе. В целом, данный концентрат будет содержать около 50-60% ильменита, до 10% циркона и 7% рутила, т.е. после выделения на доводочной фабрике благородных металлов вполне пригоден как титано-циркониевый продукт. Кроме того, в этом концентрате установлено присутствие многих других ценных минералов: монацита с повышенным содержанием тория, лопарита, Се-перовскита, колумбита, ильменорутила, касситерита, бадделеита и др. Выявлено, что минимальный объем золота, который может попасть в основание дороги, составляет 2 – 6 т [12, 13].

Непосредственное внедрение системы комплексной разработки песчано-гравийных месторождений может начаться на территории Пермского края, где для этого имеются все необходимые условия (экономические, транспортные, инженерно-технические) и большая потребность в строительных материалах высокого качества. Для этого целесообразно в течение одного-двух лет произвести опытно-промышленные испытания на одном из месторождений.

При получении положительного результата полученный опыт может быть распространен на другие территории страны.

*Работа выполнена при финансовой поддержке со стороны Минобрнауки России в рамках базовой части государственного задания № 2014/153 № 269 в сфере научной деятельности.*

***Библиографический список***

1. *Коноплев А.В., Копылов И.С. Инженерно-геологическое ранжирование территории Пермского края для рационального недропользования при освоении минерально-сырьевых ресурсов // Эколого-экономические проблемы освоения минерально-сырьевых ресурсов: материалы междунар. научн. конф. Пермь, 2005. С.174-175.*

2. *Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6.*

3. *Копылов И.С., Даль Л.И. Геоэкологические оценка состояния природной среды Коми-Пермяцкого округа // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2.*

4. *Копылов И.С., Коноплев А.В. Инженерно-геологическое картографирование и районирование территории Пермского края на основе ГИС-технологий // Проблемы и задачи инженерно-строительных изысканий. Проблемы и задачи инженерной геологии карста урбанизированных территорий и водохранилищ: материалы Всеросс. науч.-практ. конф. Пермь, 2008. С.160-168.*

5. *Копылов И.С., Коноплев А.В. Геологическое строение и ресурсы недр в атласе Пермского края // Вестник Пермского университета. Геология. 2013. № 3 (20). С. 5-30.*

6. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Инженерно-геологическое изучение, картографирование, районирование территории Пермского края // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-10. С. 2190-2195.*

7. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Региональные факторы формирования инженерно-геологических условий территории Пермского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 84. С. 102-112.*

8. *Копылов И.С., Осовецкий Б.М. Об улучшении свойств грунтов как строительных материалов в связи с инженерно геологическими проблемами в строительстве // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 3.*

9. *Копылов И.С., Осовецкий Б.М. Инженерно-геологические условия территории железной дороги «Белкомур» и перспективы комплексной разработки песчано-гравийных месторождений для повышения качества строительных материалов // Инженерная геология и охрана недр. Сб. науч. тр. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2012. С. 58-65.*

10. *Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Песок и гравий. М.: ФУГП ГКЗ, 2007. 29 с.*

11. *Минерально-сырьевые ресурсы Пермского края: энциклопедия / гл. ред. А.И. Кудряшов, зам. гл. ред. Б.М. Осовецкий. Пермь: Книжная площадь, 2006. 464 с.*

12. *Наумов В.А., Наумова О.Б., Пушкин С.А. и др. Перспективы попутного получения минерального сырья при строительстве железной дороги «Белкомур» // Эколого-экономические проблемы освоения минерально-сырьевых ресурсов: материалы междунар. научн. конф. Пермь, 2005. С.190-191.*

13. *Наумов В.А., Осовецкий Б.М. Илалтдинов И.Я. и др. Золото Верхнекамской впадины. Кудымкар: Коми-Пермяцкое кн. изд-во, 2003. 218 с.*

14. *Осовецкий Б.М., И.С.Копылов. О влиянии структуры аллювиальных крупнообломочных грунтов на их инженерно-геологические свойства // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6.*

624.131.439.5

**А.С. Мациевский**
Пермский государственный национальный
исследовательский университет

# ВЛИЯНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ

*Представлены экспериментальные данные по влиянию нефтепродуктов на прочностные свойства бентонитовой глины. При сравнении значения сцепления глины, поровым раствором которой являлись, масло моторное и дизельное топливо. Наблюдается общая тенденция, согласно которой в каолинитовой глине угол внутреннего трения и удельное сцепление при увеличении содержания в ней поровой жидкости уменьшается.*

*Ключевые слова: нефтепродукты, сцепление глин, угол внутреннего трения.*

**A.S. Matsievskii**
Perm State University

# EFFECTS OF OIL ON THE STRENGTH PROPERTIES OF BENTONITE CLAY

*The paper presents experimental data on the effect of oil on strength properties of bentonite clay. When comparing the values of adhesion of the clay, the pore solution which was motor oil and diesel fuel. There is a general tendency for kaolinite in the clay angle of internal friction and specific cohesion with increasing content of the pore fluid decreases.*

*Keywords: oil, clutch clay, angle of internal friction.*

В результате разработки нефтяных месторождений довольно часто происходят проливы нефти на земную поверхность. Это приводит к изменениям не только среды обитания человека и экологической обстановки района, но и строения и состояния грунтов, что во многих случаях снижает несущую способность оснований и влечет за собой аварийные ситуации на нефтеперерабатывающих установках, в зданиях и сооружениях [1, 6]. Поэтому вопросы прогноза изменений свойств грунтов, подвергшихся нефтяному загрязнению, являются очень важными.

Исследованиями изменений физико-механических свойств грунтов при загрязнении их нефтью и нефтепродуктами занимались многие ученые. Среди них В.В. Середин, В.И. Каченов, Л.О. Лейбович, Н.Н. Бракоренко, Т.Я. Емельянова, Ю.А. Нефедьева, А.П.Казенников, Л.В. Шевченко, И.В. Ширшова и др. [1, 2, 4-8, 10].

Целью этой работы было изучение влияния концентрации нефтепродуктов, как поровой жидкости, на прочностные свойства бентонитовой глины.

© А.С. а иев ки , 2016

Объектом исследований является бентонитовая глина, которая состоит в основном из минерала каолинита. Глина образуется при разрушении (выветривании) гранитов, гнейсов и других горных пород, содержащих полевые шпаты (первичные каолины). В результате перемыва первичных каолинов и происходит переотложение их в виде осадочных пород; образуются вторичные каолины, называемые также «каолиновые глины» (рис. 1).

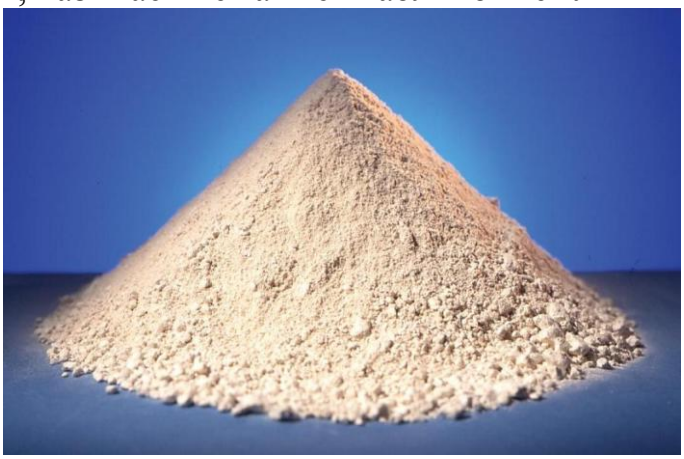


Рис. 1. Каолиновая глина

Анализ состава глин выполнен на кафедре минералогии и петрографии и в Секторе наноминералогии ПГНИУ (м.н.с. Г.А.Исаева) [4].

Рентгенофазовый анализ образцов выполнен с применением рентгеновского порошкового дифрактометра D2 Phaser (фирма «Bruker», ФРГ) [9]. Характеристики прибора: рентгеновская трубка с медным анодом (излучение - CuKα, λ=1,54060 Å), генератор с напряжением - 30 кВ, силой тока - 10 мА; детектор линейный - LYNXEYE; фильтр - Ni.

Для определения валового состава навеска пробы, предварительно истертая до порошка с размерами частиц 10 мкм, помещалась в специальную кювету. Съемка дифрактограммы производилась при следующих условиях: расходящаяся щель 0,1 мм, щели Соллера - первичная 2,5°, вторичная 2,5°; угловой диапазон от 4,5 до 70° 2θ; скорость набора импульсов в каждой точке 1,0 с; шаг - 0,02°.

Ориентированные препараты изготавливались путем осаждения в водной среде частиц глинистой фракции на обезжиренные предметные стекла, затем высушивались при комнатной температуре. Один образец (воздушно-сухой) отправлялся на съемку, два других проходили дополнительную обработку: насыщение глицерином в течение суток, прокаливание в муфельной печи в течение 1 часа при температуре 600°С. Съемка полученных ориентированных препаратов производилась на интервале от 4,5 до 35° 2θ.

Таким образом, качественный анализ глин выполнялся на основе снятой дифрактограммы и уточнялся при помощи трех дополнительных кривых ориентированных препаратов (для воздушно-сухого, насыщенного глицерином и прокаленного). Количественный анализ осуществлялся по дифрактограммам валового состава пород в программе Topas 4-2. Данное программное обеспечение позволяет получать данные о содержаниях минералов в пробе без

введения эталона. Осуществляется безэталонный анализ при помощи метода Ритвельда - процедуры минимизации отклонения между экспериментальной и теоретически рассчитанной дифрактограммами. В качестве рассчитанных моделей кристаллических структур используются файлы базы данных, поступившей с приобретением программного обеспечения, которые дополнялись структурами, написанными на основе данных на ресурсе «WWW-МИНКРИСТ» (Институт экспериментальной минералогии РАН).

Группа каолинита состоит из одного слоя октаэдров и одного слоя тетраэдров, которые структурно связаны через общие анионы $O^{2-}$. Связь между пакетами очень прочная, в результате чего молекулы воды и катионы металлов не могут входить в межпакетное пространство и минерал не набухает в воде.

По результатам анализа глина сложена каолинитом, также присутствуют кварц и иллит.

Каолинит определен по отражениям 7,15 и 3,75 анг. на дифрактограммах воздухно-сухого и насыщенного глицерином ориентированных препаратов, которые удаляются при прокаливании. Иллит диагностирован по базальному отражению. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Минералогический состав каолиновой глины

| Минерал | Формула | Содержание, % |
|---|---|---|
| Кварц | $SiO_2$ | 19,0 |
| Каолинит | $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$ | 73,9 |
| Иллит (гидрослюда) | $(K_{0,75}(H_3O)_{0,25})Al_2(Si_3Al)O_{10}((H_2O)_{0,75}(OH)_{0,25})_2$ | 7,1 |
| Сумма | | 100 |

Также с помощью ареометрического метода согласно ГОСТ 12536-79 был определен гранулометрический состав исследуемого грунта, результаты представлены в табл. 2 и на рис. 2.

Таблица 2

Гранулометрический состав исследуемого грунта

| Содержание частиц, мм, % | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Песчаная фракция | | | | Пылеватая фракция | | Глинистая фракция |
| 1,0-0,5 | 0,5-0,25 | 0,25-0,10 | 0,10-0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,005 | < 0,005 |
| 0,00 | 0,00 | 0,35 | 9,40 | 30,00 | 15,70 | 44,55 |

В качестве поровой жидкости использовались дизельное топливо ($\eta$ = 3 мм$^2$/с) и масло моторное «ЛУКоил мото 2т» ($\eta$=65 мм$^2$/с) [11-14].

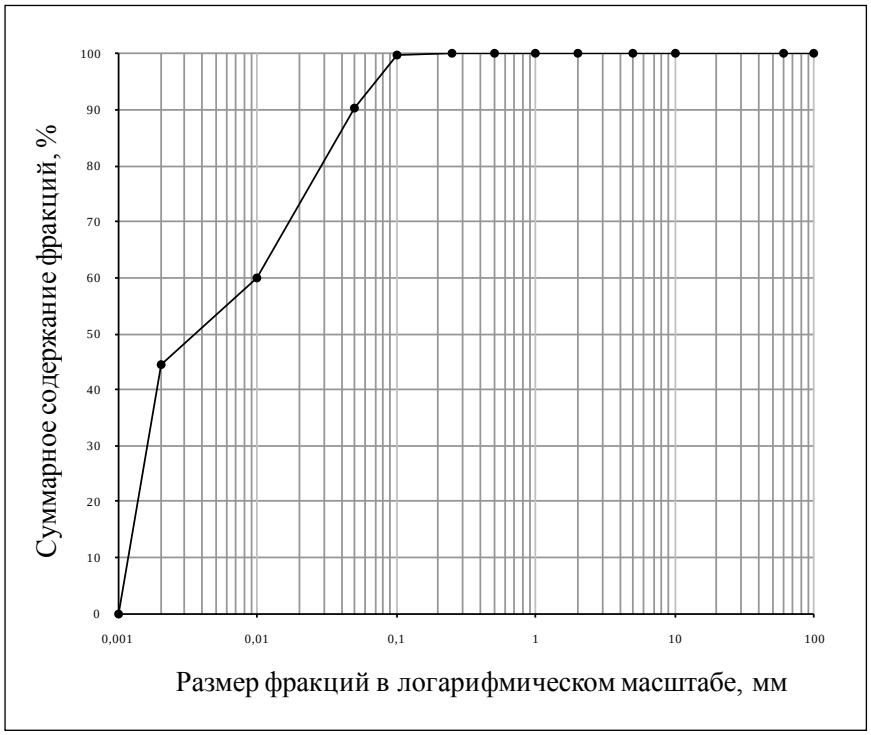



Рис. 2. Кривая гранулометрического состава

Методика исследований включала в себя создание глинистой массы влажностью 20%, в которую добавляли дизельное топливо и моторное масло от 2 до 10%. Затем полученную смесь уплотняли под нагрузкой σ=0.2МПа.

Испытание грунтов на сдвиг определялся методом одноплоскостного среза на приборе ГГП-30 при нормальных напряжениях (σ), равных 0,05 0,10 и 0,15 МПа. Первичная обработка результатов испытаний производилась путем построения паспортов прочности, с которых снимались значения сцепления (с) и углов внутреннего трения. Результаты исследований приведены в табл 3.

Таблица 3

Результаты испытаний каолинитовой глины при сдвиге

| Процентное содержание загрязнителя, % | Тип поровой жидкости | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Дистиллированная вода (η =0,658мм$^2$/с) | | Дизельное топливо (η = 3 мм$^2$/с) | | Машинное масло «Лукойл Мото 2Т» (η=65 мм$^2$/с) | | Трансмиссионное масло ТЭП-15 (η=164мм$^2$/с) | |
| | с, кПа | φ, град. | с, кПа | φ, град. | с, кПа | φ, град. | с, кПа | φ, град. |
| 0 | | | 31 | 32 | 31 | 32 | | |
| 2 | | | 22 | 31 | 20 | 31 | | |
| 4 | | | 20 | 31 | 45 | 29 | | |
| 6 | | | 24 | 29 | 38 | 29 | | |
| 8 | | | 17 | 31 | 31 | 30 | | |
| 10 | | | 30 | 29 | 24 | 30 | | |

Примечание: **начальная влажность-20%, эксперименты с водой и трансмиссионным маслом, в качестве поровой жидкости, в настоящее время еще не произведены.

**Заключение:** Исследовано изменение прочностных свойств глин в зависимости от концентрации (С) порового раствора 2%,4%,6%,8%,10% при заданных начальной влажности (Wн=20%) и предварительном уплотнении σ=0,2МПа. Корреляционным анализом установлено, что коэффициент корреляции расчетный меньше табличного, статистическая связь между содержанием поровой жидкости и прочностными показателями не установлена, однако, наблюдается общая тенденция, согласно которой в каолинитовой глине угол внутреннего трения и удельное сцепление при увеличении содержания в ней поровой жидкости уменьшается.

***Библиографический список***


1. *Галкин В.И., Середин В.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В., Копылов И.С., Чиркова А.А. Оценка эффективности технологий очистки нефтезагрязненных грунтов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 6. С. 4-7.*
2. *ГОСТ 12248-96. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. М. 1996. 61с.*
3. *ГОСТ 12536-79. Методы определения гранулометрического состава грунтов.*
4. *Грунтоведение: курс лекций: в 2 ч. / В.В. Середин, В.И. Каченов. Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т. Ч.1. 2012. 141 с.*
5. *Исаева Г.А. Заключение об исследовании минерального состава глин. Пермь, 2014.11 с.*
6. *Лейбович Л.О., Середин В.В., Пушкарева М.В., Чиркова А.А., Копылов И.С. Экологическая оценка территорий месторождений углеводородного сырья для определения возможности размещения объектов нефтедобычи // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 12. С. 13-16.*
7. *Пьянков С.А, Азизов З.К. Механика грунтов. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям 27010265 «Промышленное и гражданское строительство» и 27010965 «Теплогазоснабжение и вентиляция». Ульяновск, 2008. Ульян. гос. техн. ун-т. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 103 с.*
8. *Середин В.В., Каченов В.И., Ситева О.С., Паглазова Д.Н. Изучение закономерностей коагуляции глинистых частиц. // Фундаментальные исследования. 2013. № 10-14. С. 3189-3193.*
9. *Хейкер Д. М., Зевин Л. С., Рентгеновская дифрактометрия, М., 1963; Хейкер Д. М., Рентгеновская дифрактометрия монокристаллов, Л., 1973.*
10. *Evolution of fracture surface morphology in rocks // V.V. Seredin, I.S. Kopylov, A.S. Khrulev, L.O. Leibovich, M.V. Pushkareva. Journal of Mining Science. 2013. T. 49 № 3. P. 409-412.*
11. *http://www.ecopole.info.*
12. *http://school.xvatit.com.*
13. *www.motor-fuels.ru.*
14. *www.expert-oil.com.*

УДК 551.3

**М.Н. Мельникова**
ООО Проектно-изыскательская компания «НОРД», г. Пермь

# РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОСВОЕНИИ ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН КАМСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ В РАЙОНЕ Г.ПЕРМИ

*Рассмотрены инженерно-геологические процессы в прибрежных зонах камских водохранилищ в районе г. Перми. Проведен комплексный ландшафтный и инженерно-экологический анализ.*

*Ключевые слова: ландшафтный и инженерно-экологический анализ, водохранилище, инженерно-геологические процессы, г. Пермь*

**M.N. Melnikova**
Design and survey company NORD, Perm

# DEVELOPMENT OF ENGINEERING-GEOLOGICAL PROCESSES DURING THE DEVELOPMENT OF THE COASTAL ZONES OF THE KAMA RESERVOIRS IN THE REGION OF PERM

*Engineering-geological processes in the coastal zone of the Kama reservoir near the city of Perm is considered. The complex landscape and engineering-ecological analysis is carried out.*

*Keywords: landscape, engineering and environmental analyses, reservoir, engineering-geological processes, the city of Perm*

Территория Пермской городской агломерации отличается сложными инженерно-геологическими гидрогеологическими и геоэкологическими условиями [1-6], особенно – в прибрежной зоне камских водохранилищ, где хозяйственная деятельность наиболее способствует активизации опасных геологических процессов. С одной стороны, данные процессы оказывают негативное влияние на уже существующие объекты, расположенные в прибрежной зоне, с другой стороны, необходимо учитывать развитие этих процессов при дальнейшем освоении территории.

Для выяснения роли последних при освоении прибрежных зон водохранилищ и разработки мер по предотвращению их негативного экологического воздействия были изучены два участка в пределах г. Перми: 1) прибрежная зона жилого района «Камская долина», приуроченная к Воткинскому водохранилищу и 2) прибрежная зона микрорайона Заозерье, приуроченная к Камскому водохранилищу. Обе территории подвержены воздействию экзогенных геологических процессов. На них прослеживается активная переработка берегов. Общая протяженность перерабатываемых

© . . е никова, 2016

берегов водохранилищ в пределах городской черты составляет 74,6 км, из них на Воткинском водохранилище – 56,8 км, на Камском – 17,8 км.

В пределах Камского водохранилища берегоукрепительные сооружения отсутствуют, в пределах Воткинского – составляют около 24 км побережий защищены набережной, портовыми сооружениями, плитами и каменной наброской. Интенсивность переработки берегов определяется слагающими береговой уступ породами: от 0,3 м/год (карбонатные породы) до 20 м/год (песчано-глинистые породы) (по материалам ООО «ВерхнекамТИСИЗ» для обоснования Генерального плана Перми, 2010). Скорость в пределах исследуемых участков достигает максимальных значений.

Экзогенные геологические процессы (ЭГП) активизировались при создании водохранилищ: Камского (1954-56 гг.), Воткинского (1961-66 гг.). При этом нарушилось геодинамическое равновесие и началось переформирование берегов – размыв, обрушение, оползание или же аккумуляция отложений [8]. Переработка берегов приводит к возникновению новых форм рельефа и изменению береговых склонов, ранее не свойственных для долины р. Камы. Склоны, имеющие выработанные пологие уклоны, близкие к профилю равновесия, теряют устойчивость.

Камские водохранилища относятся к водоёмам с сезонным регулированием стока. Понижение уровня при сработке водохранилища вызывает размыв аккумулятивной части прибрежной отмели. Поднятие воды выше нормального подпорного уровня активизирует процессы берегообрушения. Скорость разрушения берегов камских водохранилищ определяется слагающими породами, их прочностью, высотой берега и суммарной энергией волн. Основными процессами, влияющими на переформирование берегов круглогодично, являются абразия и склоновые процессы. При сработке водохранилища берега становятся уязвимы еще и к действию других экзогенных геологических процессов: дефляционно-эоловых, флювиальных, гляциальных, флювиогляциальных, криогенных, физического выветривания.

Помимо переработки и разрушения берегов отмечены следующие воздействия водохранилищ: подпор подземных вод и подтопление, заболачивание, развитие суффозионных процессов, ухудшение физико-механических свойств грунтов (повышение водонасыщенности песков, пластичности глинистых грунтов и др.) а также – изменение микроклимата, что в целом ухудшает инженерно-геологические условия прибрежных территорий Перми (рис. 1). Особенно интенсивно экзогенные геологические процессы проявляется в геодинамических активных зонах, обусловленных, где действие современных тектонических движений привело к формированию зон повышенной трещиноватости пород, что также влияет на инженерно-геологические и геоэкологические условия [3].

Рис. 1. Инженерно-геологические процессы территории жилого района «Камская долина»

На территории жилого района «Камская долина» был проведен комплексный ландшафтный и инженерно-экологический анализ [7] с помощью программного обеспечения Arc GIS и ArcView GIS. В качестве информационного обеспечения использовались цифровая топооснова, данные космической съемки, а также данные полевых исследований. Создана цифровая модель рельефа, построены схемы расположения объектов и процессов, типов почв, глубины затопления территории при половодье 0,1 % обеспеченностью,

глубины залегания грунтовых вод, оценки территории по благоприятности для строительства.

Выявленные опасные геологические процессы прибрежной зоны камских водохранилищ в пределах Пермской городской агломерации требуют постоянных систематических наблюдений. Необходимо принимать следующие меры по предотвращению негативного экологического воздействия данных процессов: регулирование поверхностного и подземного стока воды; предупреждение (запрещение) искусственной подрезки берега и углубления дна перед ним; проектирование и строительство защитных береговых сооружений на участках наибольшей переработки берегов.

Воздействия природных процессов должны учитываться при разработке предпроектной, проектной и рабочей документации на строительство зданий, сооружений коммуникаций и дорог, а также при других видах хозяйственного использования прибрежных территорий и планировании городских территорий.

***Библиографический список***


1. *Быков В.Н., Димухаметов Д.М., Димухаметов М.Ш. Эколого-геологическая обстановка города / учеб. пособие. Пермь, 2001. 101 с.*
2. *Коноплев А.В., Копылов И.С., Пьянков С.В., Наумов В.А., Ибламинов Р.Г. Разработка принципов и создание единой геоинформационной системы геологической среды г. Перми (инженерная геология и геоэкология) // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6.*
3. *Копылов И.С. Научно-методические основы геоэкологических исследований нефтегазоносных регионов и оценки геологической безопасности городов и объектов с применением дистанционных методов / автореферат дис. ... доктора геолого-минералогических наук. Пермь, 2014.48 с.*
4. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Голдырев В.В., Кустов И.В., Красильников П.А. К вопросу об обеспечении геологической безопасности развития городов // Фундаментальные исследования. 2014. № 9-2. С. 355-359.*
5. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Региональные факторы формирования инженерно-геологических условий территории Пермского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 84. С. 102-112.*
6. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Инженерно-геологическое изучение, картографирование, районирование территории Пермского края // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-10. С. 2190-2195.*
7. *Мельникова (Белокрылова) М.Н. Физико-географический аспект планирования городских территорий на примере жилого района «Камская долина» г. Перми. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2012. 84 с.*
8. *Назаров Н.Н. Геодинамика побережий водохранилищ Пермского края. Пермь: Издательство ЗАО «Полиграфкомплект». 2008. 151 с.*

УДК 624

**Л.А. Новопоселенских, П.А. Красильников**
Пермский государственный национальный
исследовательский университет

# ВЕДЕНИЕ ИНЖИНИРИНГА В ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКОЙ КОМПАНИИ

В статье изложена сущность инжиниринга и виды инжиниринговых мероприятий для успешного ведения производства и развития компании в современных условиях рыночной конкуренции. Дана характеристика финансовой, технологической и организационной функций инжиниринга и конкретные действия в их составе, реализация которых способствует антикризисному управлению бизнесом.

Ключевые слова: Инвестиционно-строительный проект, инжиниринг, проектно-изыскательская деятельность, инженерное обеспечение, экономическое состояние, стоимость работ.

**L.A. Novopolesski, P.A. Krasilnikov**
Perm State University

# MAINTENANCE ENGINEERING PLANNING COMPANY

In the article the essence of engineering and types of engineering activities for the successful conduct of production and development of the company in modern conditions of market competition are set out. Characteristic of financial, technological and institutional features of engineering and concrete action in their structure, the implementation of which contributes to the crisis management business is given.

Keywords: Investment construction project, engineering, planning and surveying, engineering, economic condition, cost of the work.

Область инженерных изысканий, включающая комплекс исследований природной среды для инженерного обеспечения строительства (инженерная геология, инженерная геодезия, гидрометеорология, геоэкология) является видом строительной деятельности и наряду с проектированием включена в систему инвестиционно-строительного процесса [1-13].

Инвестиционно-строительный проект («строительная инженерия») в соответствии с этапами жизненного цикла строительного объекта содержит шесть основных стадий (функций) инженерного обеспечения: 1) **прединвестиционный этап** (долгосрочное планирования инвестиций и строительства, разработка отраслевых схем размещения производства и территориальных схем планирования РФ, составление и утверждение бюджетов всех уровней, формирование инвестиционных программ); 2) п**редпроектный**

© Л.А. ово о е ен ки , П.А. Кра и ников, 2016

**этап** (проработка и согласование основных параметров будущего объекта, разработка технико-экономического обоснования, выбор земельного участка и государственная регистрация прав на него, получение градостроительного плана, проведение инженерных изысканий, государственная экспертиза их результатов, составление задания на проектирование; проведение конкурса на проектные работы); 3) **проектирование** (выполнение инженерных изысканий, если они не были проведены на предыдущем этапе, разработка проектной документации и подробная «рабочая документация»); 4) **строительство** (получение разрешения на строительство объекта, организация поставок технологического оборудования, выполнение основных работ по возведению и отделке сооружения); 5) **эксплуатация зданий и сооружений** ( получение разрешение на ввод объекта в эксплуатацию и необходимые лицензии и разрешения, продолжается десятки лет); 6) **ликвидация объекта** (проводится при необходимости освобождения площадки для нового строительства или при достижении недопустимого морального или физического износа).

Строительная сфера всегда оказывала и оказывает важнейшее влияние на экономику страны в целом. Воспроизводство основных фондов всевозможного назначения востребовано в самых различных отраслях. Российский рынок строительных работ активно развивается. Быстро растущие темпы промышленного и жилищного строительства, а также реконструкция уже существующих объектов постоянно требуют привлечения высококвалифицированных специалистов, способных выполнять быстро и качественно весь спектр услуг, наличия современных программных комплексов, применения разнообразных технических средств, повышения профессиональной подготовки сотрудников. На фоне растущего строительного размаха сфера проектно-изыскательского производства, в том числе инженерных изысканий, испытывает конкретные трудности, обусловленные множеством причин, среди которых основными могут быть названы внутриотраслевые взаимоотношения между заказчиком (застройщик) и подрядчиком (проектно-изыскательские компании).

Являясь субъектом рыночных отношений в сфере строительной деятельности, предприятия проектно-изыскательского сектора функционируют с различной степенью эффективности и производительности.

По состоянию на 09.06.2015 г. в состав национального объединения проектировщиков и изыскателей (НОПРИЗ) входит 234 саморегулируемых организаций (194 проектных СРО и 40 СРО изыскательских), включающих более 15 тыс. отдельных предприятий. Распределение в сфере проектно-изыскательской деятельности по компаниям с различным масштабом ведения бизнеса выглядит таким образом: крупные предприятия – 7%, средние – 23%, мелкие предприятия – 70%.

Очевидно, что конкурентная борьба среди участников проектно-изыскательского производства на получение строительных проектов ведётся достаточно серьёзная.

При наличии кризиса отраслевого управления, в тяжёлых условиях экономического выживания, попаданию в категорию эффективных компаний или удержанию «на плаву» способствует оптимально выстроенная система функционирования предприятия с привлечением методов и возможностей **инжиниринга.**

Сегодня инжиниринг стал настолько всеобъемлющим явлением, что практически любая сфера человеческой деятельности имеет свой инжиниринг. Инжиниринг (от англ. engineering, лат. ingenium - изобретательность, выдумка, знания) – одна из признанных форм повышения эффективности бизнеса, суть которой состоит в предоставлении услуг (мероприятий) исследовательского, проектно-конструкторского, расчетно-аналитического, производственного характера, выработке рекомендаций в области организации производства и управления, а также реализации продукции или услуг.

*Внедряемые инжиниринговые мероприятия*, как приём антикризисного управления бизнесом в компании, развивают определенные инжиниринговые активы.

Во-первых, это квалифицированный персонал, который способен к исследовательской деятельности в части новых технологий, техники, методик, а также к внедрению результатов инновационных поисков и достижений на практике, способных улучшить существующее взаимосогласованное функционирование предприятия.

Во-вторых, это непрерывное накопление базы знаний и опыта. Здесь подразумевается накопление банка собственных прецедентов, в котором хранится информация обо всех выполненных проектах: технические решения, характеристики и параметры всех использованных материальных ресурсов и конструктивных элементов, стоимостные параметры объекта и др.

В-третьих, активное взаимодействие с внешним миром для расширения банка знаний и опыта. Внешние источники являются для инжинирингового предприятия особо ценным интеллектуальным ресурсом, особенно в тех случаях, когда предстоит построитель абсолютно новый, уникальный, технически сложный объект промышленного назначения.

Инжиниринг имеет двойственную природу: технико-технологическую и организационно-управленческую. В технико-технологической части он опирается на ряд общетехнических и специальных технических дисциплин, определенные нормативно-правовые основы, современную автоматизированную технологию профильного производства, систему управления рисками. Организационно-управленческие аспекты инжиниринга регламентируют определенный порядок формирования специализированных структур, менеджмент качества, а также расчетно-аналитические методы подготовки, организации и управления жизненным циклом трудового процесса.

Следовательно, вся деятельность отдельной компании может быть охарактеризована с нескольких сторон: **финансовой, технологической,**

**организационной**. Каждая из них важна, но аспект финансовой (стоимостной) деятельности сегодня имеет решающее значение, так как внимание российских компаний строительной сферы направлено в первую очередь на экономию средств и стоимостный анализ выполнения работ.

Компании, которые сегодня стремятся достигнуть наибольших результатов, сохранить высокую востребованность на рынке и конкурентоспособность организуют и сопровождают свою деятельность аналитическими действиями, что выражается в выполнении следующих функций и видов инжиниринга:

**Стоимостный инжиниринг.**

В условиях повышения конкуренции на российском рынке строительных объектов особенно важными становятся для компании вопросы управления стоимостью проектов, повышения эффективности планирования и управления капитальными вложениями.

Стоимостной инжиниринг – это сфера деятельности по производству стоимостных расчетов на всех этапах осуществления проектно-изыскательского процесса, определяющая отношения среди его участников. Задачей стоимостного инжиниринга в общем случае является оптимизация стоимости продукции проектно-изыскательской деятельности, начиная с изыскательских работ до составления рабочих чертежей. Ключевой задачей стоимостного инжиниринга является сокращение издержек.

Стоимостной инжиниринг тесно связан с регулированием и контролем стоимости объектов и включает в себя необходимые для обеспечения гарантии того, что проект будет выполнен в рамках утвержденных расходов.

Управление стоимостью проекта связано с такими аспектами, как планирование ресурсов, составление сметы, контроль стоимости. Соблюдение этих этапов позволяет завершить проект в рамках запланированных сроков и бюджета при полном достижении всех заранее предусмотренных результатов.

**Технологический инжиниринг.**

Технологический инжиниринг состоит во внедрении технологий, необходимых для развития технологической и производственной базы проектно-изыскательского предприятия. Результатами технологического инжиниринга становятся модернизация или реорганизация производства, способствующие росту производительности труда и экономической эффективности.

Техника и технологии развиваются очень быстро, многие из них устаревают, и на смену им приходят новые, более совершенные и передовые, применение которых обеспечивает более эффективное решение какой-либо производственной задачи.

Комплекс мероприятий по модернизации основных технологических средств (применение современных машин, компьютеров, оборудования) проводится на основе анализа потребностей предприятия.

Технологический инжиниринг выражается в более качественной форме, если компания интегрирована в мировую инновационную среду и использует опыт, знаний и достижения зарубежных технологий. Отимизация технического

оснащения предприятия и система информационного обеспечения выводит предприятие на более высокий уровень финансового состояния.

**Организационный инжиниринг.**

Организационное развитие компании с позиции бизнес-инжиниринга начинается с детальной проработки структурно-функциональной модели. С учетом выбранных производственных целей и стратегии предприятия определяется перечень функций менеджмента и коллектив компании, способный поддержать все виды профессиональной деятельности; устанавливаются все необходимые для этого ресурсы (материальные, человеческие, информационные) и структура компании, внедряются системы качества, управления персоналом и информационных технологий.

Решаются вопросы об ответственности структурных звеньев (и отдельных специалистов) за выполнение функций при реализации процессов производственного цикла, а также функций менеджмента, связанных с управлением этими процессами (планирование, учет, контроль, управление персоналом). Дальнейшая детализация ответственности до уровня отдельных сотрудников позволяет получить функциональные обязанности персонала, что обеспечивает разработку пакета должностных инструкций.

Это вносит прозрачность в деятельность компании за счет четкого разграничения и документального закрепления зон ответственности руководителей подразделений и отдельных специалистов. Таким путем решается один из самых больных вопросов в организации управления компанией: «кто виноват?» в какой-либо сбойной ситуации.

Основная цель и результат организационного инжиниринга: уточнить, упростить и упорядочить работу организации. Чёткая организационная структура предприятия с сочетанием научного и практического опыта сотрудников и широтой их кругозора помогают в достижении успеха.

Также составляющей частью организационного инжиниринга является повышение квалификации специалистов, профессиональная переподготовка работников и даже обучение в том виде деятельности, которое будет актуальным в будущем, т.е. развитие кадрового состава в стратегической перспективе.

Очевидно, что все обозначенные выше факторы функционирования и развития инжиниринговых мероприятий необходимо учитывать предприятиям и прибегать к механизмам управления, способствующих успеху.

Для организации инжиниринга или отдельных функций инжиниринга проектно-изыскательское предприятие может задействовать собственные управленческие службы или компетентных специалистов, при отсутствии таковых целесообразно приглашать инжиниринговые фирмы.

Таким образом, обеспечение высоких результатов развития строительного бизнеса и в том числе проектно-изыскательского звена, основывается на специальных, системных мерах, рассмотренных выше. Обозначенные векторы развития имеют высокий потенциал для дальнейших исследований и внедрений. Удовлетворение базовым критериям рационального функционирования позволяет повысить устойчивость бизнеса, сделать

производимую проектно-изыскательскую продукцию среди других участников рынка более востребованной заказчиком и тем самым обеспечить себе высокую репутацию.

Кроме общих принципов ведения инжиниринга в проектно-изыскательской компании имеет смысл анализировать, оценивать и развивать рабочую ситуацию по видам услуг данного инженерного обеспечения. Наряду с инжинирингом (управлением) комплексного производства осуществлять инжиниринг специализированных направлений: геотехнический и геологический инжиниринг (geotechnical engineering), геодезический инжиниринг (surveying), инжиниринг окружающей среды (environmental engineering).

***Библиографический список***


1. *Галкин В.И., Середин В.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В., Копылов И.С., Чиркова А.А. Оценка эффективности технологий очистки нефтезагрязненных грунтов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 6. С. 4-7.*
2. *Дьяченко В.А. «Инжиниринг и «Управление проектом»: единство и противоположность». «Главный инженер. Управление промышленным производством». 2014.*
3. *Ибламинов Р.Г. Экономика минерального сырья: учеб. пособие. Перм. ун-т. Пермь, 2004. 308с.*
4. *Мазур И. И., Шапиро В. Д., Ольдерогге Н. Г., Забродин А.Ю.: Инвестиционно-строительный инжиниринг: учеб. пособие. М.: ЕЛИМА. Экономика. 2009.*
5. *Красильников П.А., Середин В.В., Леонович М.Ф. Исследование распределения углеводородов по разрезу грунтового массива. Фундаментальные исследования. 2015. № 2-14. С. 3100-3104.*
6. *Лейбович Л.О., Середин В.В., Пушкарева М.В., Чиркова А.А., Копылов И.С. Экологическая оценка территорий месторождений углеводородного сырья для определения возможности размещения объектов нефтедобычи // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 12. С. 13-16.*
7. *Новопоселенских Л.А., Середин В.В. Экономическое состояние инженерно-изыскательской отрасли. Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2015. № 15. С.168-171.*
8. *Пушкарева М.В., Середин В.В., Лейбович Л.О., Чиркова А.А., Бахарев А.О. Инженерно-экологическая оценка территорий запасов подземных вод в связи с разработкой нефтяных месторождений. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. № 2.С. 9-13.*
9. *Птухина И. С., Вяткин М. Е., Мусорина Т. А. Стоимостной инжиниринг в строительстве. Интернет-журнал «Строительство уникальных зданий и сооружений», 2013, №5 (10).*
10. *Середин В.В. Оценка геоэкологических условий санации территорий, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Пермь, 1998. 153с.*
11. *Середин В.В., Каченов В.И., Ситева О.С., Паглазова Д.Н. Изучение закономерностей коагуляции глинистых частиц. // Фундаментальные исследования. 2013. № 10-14. С. 3189-3193.*
12. *Силка Д.Н., Ермолаев Е.Е.. Предпосылки к формированию устойчивого бизнеса в инвестиционно-строительной сфере: Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» №3 2013.*
13. *Шкапурина Т.А. Стоимостной инжиниринг инвестиционно-строительных / Портал «Строительный мир».*

УДК 624.131

**В.М. Останин**
Пермский государственный национальный
исследовательский университет

# АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГЛИНИСТОГО ГРУНТА ПРИ РАЗЛИЧНОМ ВСЕСТОРОННЕМ СЖАТИИ

*Важнейший фактор при проведении современных инженерно-геологических изысканий – достоверность определения механических (деформационных и прочностных) свойств грунтов.*

*Ключевые слова: модуль деформации глинистого грунта.*

**V.M. Ostanin**
Perm State University

# MOVEMENTS IN THE DEFORMATION PROPERTIES OF CLAY SOIL AT DIFFERENT

*The most important factor inconducting modern engineering and geological surveys – the accuracy of determining the mechanical (strength and deformation) properties of soils.*

*Keywords: modulus of deformation of clay soil.*

Модуль деформации характеризует деформируемость грунта под действием нагрузки и предсавляет собой отношение сжимающего напряжения и вызываемой им относительной деформации.

Все единицы объема грунта в основании существующих зданий и сооружений испытывают всестороннее воздействие. Именно поэтому метод трехосного сжатия в комлексе лабораторных определений физико-механических свойств грунтов можно считать наиболее интересным и актуальным видом исследований.

Моделирование всестороннего давления на грунт в лабораторных условиях для изучения поведения грунта под нагрузками воссоздаётся в приборе трёхосного сжатия – стабилометре. Работа с этим прибором позволяет достаточно точно определить такие механические свойства грунта, как деформация и прочность. При помощи методики трёхосного испытания грунта получают ряд важных показателей, которые очень важны для проектирования будущего строения и определения типа фундамента для него: показатели порового давления, условий дренирования, величины изменения объема грунта после его сдвига.

Была поставлена цель - проанализировать реультаты измения трёхосного сжатия образцов глинистого грунта заданной влажности и плотности при различных нагрузках бокового давления: 0,1 МПа, 0,2 МПа, 0,3 МПа (табл.1).

© В. . анин, 2016

Таблица 1

Условная схема проведения испытаний по модели КД для определения модуля деформации образцов глинистого грунта

| | **1 опыт** | | **2 опыт** | | **3 опыт** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| № ступени | σ3 боковая нагрузка | σ1 вертикальная нагрузка | σ3 боковая нагрузка | σ1 вертикальная нагрузка | σ3 боковая нагрузка | σ1 вертикальная нагрузка |
| 1 | 0,1 МПа | 0,1 | 0,15 МПа | 0,15 МПа | 0,2 МПа | 0,20 |
| 2. | 0,1 МПа | 0,15 | 0,15 МПа | 0,20 | 0,2 МПа | 0,25 |
| 3 | 0,1 МПа | 0,20 | 0,15 МПа | 0,25 | 0,2 МПа | 0,30 |
| 4 | 0,1 МПа | 0,25 | 0,15 МПа | 0,30 | 0,2 МПа | 0,35 |
| 5 | 0,1 МПа | 0,30 | 0,15 МПа | 0,35 | 0,2 МПа | |

Объектом изучения был выбран грунт из имеющегося в лаборатории набора глинистых материалов (пасты) для исследований: александровская глина, отобранная в районе г. Александровск Пермского края.

По инженерно-геологическому районированию и условиям район г. Александровска расположен в Западно-Уральском инженерно-геологическому регионе, в области остаточных горных массивов западного склона Среднего Урала, в пределах распространения артинской терригенно-карбонатной подформации галогенно-карбонатной формации нижней перми, в полосе распространения делювиальных четвертичных глинистых отложений [6-8].

Деформационные характеристики опытных образцов грунта в проведённых лабораторных исследованиях были получены при помощи измерительно-вычислительного комплекса (ИВК) «АСИС-1» [5] (рис. 1).

Рис. 1. Измерительно-вычислительныйкомплекс (ИВК) «АСИС-1»

«АСИС-1» (автоматизированная система испытаний в строительстве) – многофункциональный измерительно-вычислительный комплекс,

представляющий собой совокупность функционально объединенных: механических устройств (камера трёхосного сжатия), измерительной системы, программного обеспечения.

Методика работ проводилась в соответствии [1-5, 9-11] и с и соответствующими Гостами остами включала три основных этапа:

- подготовка образцов грунта к исытанию
- проведение 3 серий опытов трехосного сжатия
- обработка результатов и анализ полученных данных.

**Подготовка образцов.** В глинистый порошок добавлялась дистиллированная вода из расчета создания влажности 50%. Смесь выдерживалась в эксикаторе 1 сутки. Консистенция испытуемого образца – мягкопластичная.

**Провдение испытаний.** Комплекс исследовательской работы состоял из 3 серий опытов, каждая из которых отличалась степенью боковой нагрузки: 1 опыт –σ3=0,1МПа; 2 опыт –σ3=0,15МПа; 3 опыт –σ3=0,2МПа;

Серия опытов включала следующие операции:

- образец в водонепроницаемой оболочке помещался в камеру трехосного сжатия;
- камера наполнялась дистиллированной водой;
- запускалась программа АСИС-1;
- устанавливались датчики линейного перемещения и силы;
- образец глинистого грунта предварительно уплотнялся двухступенчато: первая ступень уплотнения длилась 15 минут при $\sigma_3$=0,05МПа, конечная ступень уплотнениядлилась 6 часов и составляла 0,1МПа (1 опыт), 0,15МПа (2 опыт), 0,2МПа(3 опыт);
- далее образец глинистого грунта при помощи программного обеспечения статически нагружался: боковое давление на образец для каждой серии опытов задавалось постоянным; вертикальное давление ($\sigma_1$) подавалось ступенями, равными 10 % от заданного всестороннего давления в камере;
- трехосное сжатие образца осуществлялосьступенямив автоматическом режиме;
- после окончания испытания образец грунта разгружался.

**Обработка результатов и анализ полученных данных.** Вычисление деформационных характеристик грунтов на ИВК «АСИС-1» выполнялось автоматически.

Анализ полученных данных по результатам 3-х опытов выявил следующие зависимости и закономерности:

- по мере роста бокового напряжения в грунте (с увеличением глубины залегания слоя грунта) величина вертикальной деформации (сжатие грунта) и относительной вертикальной деформация уменьшается;
- продолжительность опыта при увеличении боковой нагрузки сокращается: 132 часа→77 часов.
- между величиной бокового нагружения на грунт и значением модуля деформации выявляется чёткая линейная зависимость: чем больше боковое

сжатие при одинаково заданном осевом нагружении, тем выше модуль деформации (рис. 2).

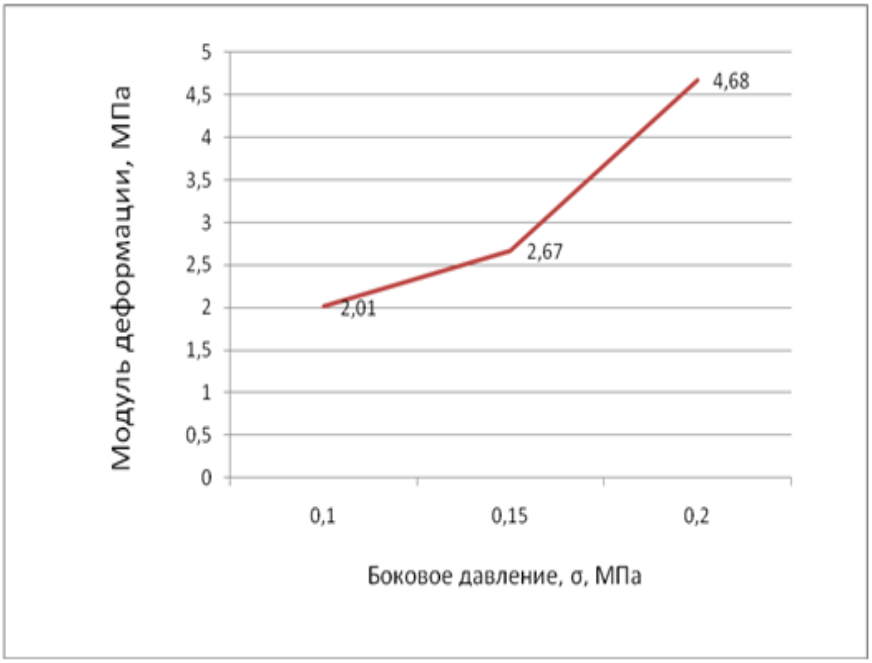



Рис. 2. График зависимости модуля деформации от бокового давления

Основные деформационные характеристики образца исследуемой глины в опыте трёхосного сжатия при различном боковом напряжении и продолжительность проведения опытов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Основные деформационные характеристики образца исследуемой глины в опыте трёхосного сжатия при различном боковом напряжении и время проведения опытов

| Наименование грунта | Глина тяжелая мягкопластичная | | |
|---|---|---|---|
| Метод испытания | Трехосное сжатие | | |
| Боковое давление, σ3, МПа | 0,10 МПа | 0,15 МПа | 0,2 МПа |
| Вертикальная деформация,h, мм | 10,8 | 10,05 | 9,71 |
| Относительная вертикальная деформация, έ, д.е. | 0,142 | 0,132 | 0,128 |
| Коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона), д.е. | 0,23 | 0,23 | 0,23 |
| Динамический модуль упругого сдвига, G, МПа | 1,28 | 1,57 | 2,37 |
| Продолжительность проведения опыта | 132 часа/ 16 мин. | 110 часов/ 50 мин. | 77 часов/ 43 мин. |
| Модуль деформации, определённый в лабораторных условиях, E, МПа | 1,87 | 2,67 | 4,68 |

***Библиографический список***

*1. Алексеев С.И. Механика грунтов / Учебное пособие. СПб.: Типография ПГУПС, 2007 г.*

*2. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.*

*3. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация.*

*4. ГОСТ 30416-2012. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.*

*5. Измерительно-вычислительный комплекс АСИС. www.geoteck.ru.*

*6. Копылов И.С., Коноплев А.В. Геологическое строение и ресурсы недр в атласе Пермского края // Вестник Пермского университета. Геология. 2013. № 3 (20). С. 5-30.*

*7. Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Инженерно-геологическое изучение, картографирование, районирование территории Пермского края // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-10. С. 2190-2195.*

*8. Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Региональные факторы формирования инженерно-геологических условий территории Пермского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 84. С. 102–112.*

*9. Середин В.В. Математические методы в гидрогеологии и инженерной геологии: курс лекций. Пермь: Перм. гос. ун-т, 2011. 120 с.*

*10. Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А., и др. Грунтоведение / Под ред. В.Т. Трофимова. Изд. 6-е перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ, 2005 г.*

*11. Цытович Н.А. Механика грунтов. М., 1979. 272 с*

УДК 550.3

**В.С. Платонов**
ЗАО «Проектный Институт Реконструкции и Строительства объектов нефти и газа», г. Омск, Россия

# ВНЕДРЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ МЕТОДОВ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН (ГИС)

*Данная статья рассматривает необходимость внедрения каротажного оборудования и аппаратуры в инженерные изыскания с целью обеспечения дополнительных подрядных работ и повышения информативности геологического разреза скважины в определении последовательности и глубины залегания пластов, их литологических свойств, оценки наличия и количественного содержания в недрах полезных ископаемых.*

*Ключевые слова: геофизические исследования скважины (ГИС), каротажные диаграммы, магнитная восприимчивость, естественная радиоактивность, гамма – каротаж, акустический каротаж, каротаж магнитной восприимчивости.*

**V.S. Platonov**
Design Institute of Reconstruction and Construction of Facilities of Oil and Gas. Omsk, Russia

# INTRODUCTION IN PRODUCTION OF ENGINEERING-GEOLOGICAL RESEARCHES OF METHODS OF THE GEOPHYSICAL SURVEYS OF WELLS (GSW)

*This article considers need of introduction of the logging equipment and the equipment in engineering researches for the purpose of ensuring additional contract works and increase of informational content of a geological section of a well in definition of sequence and a depth of layers, their lithologic properties, an assessment of existence and the quantitative contents in a subsoil of minerals.*

*Key words: geophysical surveys of a well (GSW); logging charts; electric specific resistance; electrochemical activity; thermal resistance; transit time of elastic waves; magnetic susceptibility; natural radioactivity; scale – logging; acoustic logging; logging of a magnetic susceptibility.*

## Введение

Проектный институт реконструкции и строительства объектов нефти и газа (ЗАО «ПИРС») — является одним из российских институтов, осуществляющий комплекс исследовательских, проектно-изыскательских работ и инженерно-консультационных услуг в области трубопроводного транспорта, а также авторский надзор за строительством объектов нефтегазовой промышленности.

© В.С. П а онов, 2016

Институт осуществляет комплекс исследовательских и проектно-изыскательских работ, оказывает инженерно-консультационные услуги по объектам топливно-энергетического комплекса страны, а также осуществляет авторский надзор и строительный контроль за строительством объектов нефтегазовой промышленности.

Однако, временами, институт выходит из области строительных изысканий в область горнопромышленной геологии, поисков и добычи подземных вод, или мониторинга карьеров (ГОК – сооружений) рудных и нерудных ископаемых. Здесь сразу встают задачи обеспечения достоверности информации о минерально-сырьевых аспектах недропользователей, обнаруживается инструментальная слабость геологов ПИРСа.

На пути решения данных задач, при достаточном техническом оснащении, для получения надежного и достоверного результата, в помощь может выступить такая отрасль разведочной геофизики, как геофизические исследования скважин (ГИС).

ГИС играют значительную роль в решении широкого круга задач (геологических, инженерно - и гидрогеологических), они используются на всех стадиях геологоразведочных работ. Более того, если не проведены опережающие геофизические работы или ГИС, то отчеты не проходят защиту, а запасы не принимаются к утверждению.

Требуемая в настоящее время полнота решения многих геологических задач, часто не может быть достигнута с помощью одних лишь геофизических работ, поэтому возникает необходимость их комплексирования с геохимическими исследованиями и геологическими наблюдениями. Аналогичным образом достоверно и обратное утверждение, без применения разнофизических методов, достоверность полученной информации в инженерных изысканиях низкая.

**Общие понятия ГИС**

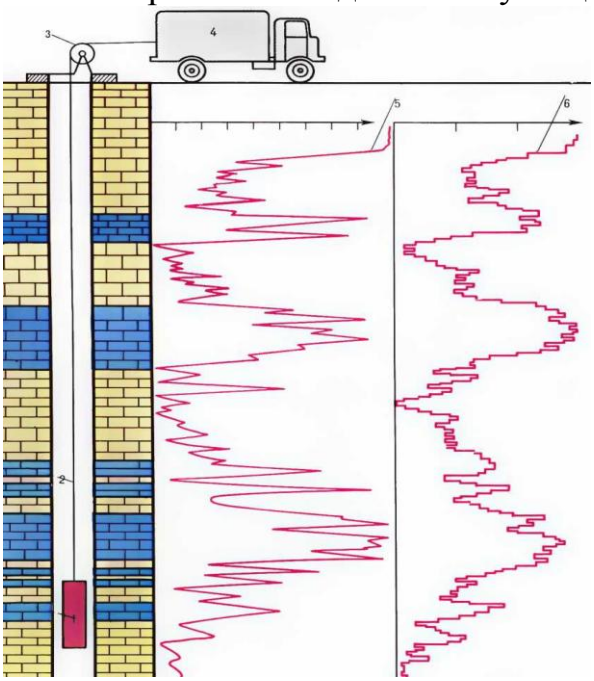
Значительная роль в ускорении научно-технического прогресса в нефтегазовой промышленности принадлежит геофизическому сервису. В практику промысловой и разведочной геофизики предстоит широко внедрить прогрессивные достижения отечественной и мировой науки и техники в области геофизики.

Оптимальное использование ресурсов известных и вновь открываемых месторождений нефти и газа тесно связано с проблемой детального изучения емкостных свойств и характеристик насыщения продуктивных пластов, вскрываемых скважиной. Эти данные необходимы для выявления в разрезе продуктивных пластов и закономерностей их распространения по площади, изучения строения месторождений, подсчета запасов нефти и газа, проектирования научно обоснованной технологической системы разработки залежи, выбора наиболее рациональной системы разведочного бурения и др. В нефтяной и газовой промышленности скважины используются не только для поисков и разведки, но и для разработки месторождений. Поэтому детальное изучение разрезов нефтяных и газовых скважин, контроль их технического

состояния и условий эксплуатации являются задачами первостепенной важности.

Наибольшие трудности возникают при отборе керна из хорошо проницаемых и слабосцементированных чистых коллекторов, а также из карбонатных трещинных коллекторов. На практике отбор керна стремятся довести до необходимого для изучения разреза скважины минимума. Данные анализов керна используют при корректировке результатов интерпретации материалов геофизических исследований скважин (ГИС).

Каротажные диаграммы, характеризуя разрез непрерывно по всему стволу скважины, дают наиболее полное представление о закономерностях изменения литологии и о строении пластов, как по вертикали, так и по площади. Благодаря массовости каротажных материалов, их доступности и относительной простоте обработки, они часто дают единственную геолого-геофизическую информацию, на основании которой судят о геологическом разрезе, целесообразности дальнейших исследований и оперативных работ в скважине. От полноты и достоверности интерпретации данных каротажа зависят надежность выявления в разрезе продуктивных горизонтов, выбор среди них наиболее перспективных на нефть и газ пластов для испытания в данной скважине, успех их вскрытия и ввода в эксплуатацию.




1-скважинный прибор; 2-кабель; 3-блок-баланс; 4-каротажная лаборатория; 5-кривая диэлектрического каротажа; 6-кривая акустического каротажа.

Рис. 1. Схема проведения ГИС

**Самостоятельная разработка**

В настоящее время геофизический отряд ЗАО «ПИРС», при поддержке руководителя департамента разработал и ввел в эксплуатацию аппаратные и программные средства для реализации технологии интегрированных исследований бурящихся скважин.

На данный момент рассчитана, разработана и изготовлена каротажная лебедка, налажено программное обеспечение, и геофизический отряд полностью готов брать на себя сервис по проведению геофизических исследований в гидрогеологических скважинах.

Собственными усилиями геофизиков изготовлено три каротажных зонда для проведения следующих методов:

- резистивиметрия (Rez) - метод определения фильтрационных интервалов в разрезе гидрогеологических скважин;
- гамма-каротаж (ГК), заключающийся в регистрации естественного гамма-излучения горных пород;
- КС-ПС (кажущиеся сопротивления и поляризация скважины) - наиболее распространенный из методов электрического каротажа, аналогичный электропрофилированию в полевой геофизике и скважинный вариант метода естественного поля в электроразведке.

Полученная геолого–геофизическая информация будет необходима для проектирования разработки месторождения, в частности, для планирования объёмов и размещения эксплуатационного бурения, для мониторинга в процессе разработки, для проектирования геолого-технических мероприятий.

В частности, использование ГК возможно для поисков, разведки и опробования урановых и ториевых руд и других полезных ископаемых, ассоциирующих с U и Th (например, калийных солей, калиевых слюд, редких металлов); литологического расчленения разрезов, определения глинистости нефтяных коллекторов.

Электрические исследования в стволе (КС-ПС), служат для определения свойств и последовательности залегания пород, пройденных скважиной. Исследования состоят в изучении удельного сопротивления пород и электрического поля, самопроизвольно возникающего в скважине и около нее.

Резистивиметр позволяет определить положение зоны поглощения по изменению удельного сопротивления раствора до, и после закачивания его в скважину. При комплексировании всех трех методов, мы можем получить полную гидрогеологическую картину фильтрующего разреза.

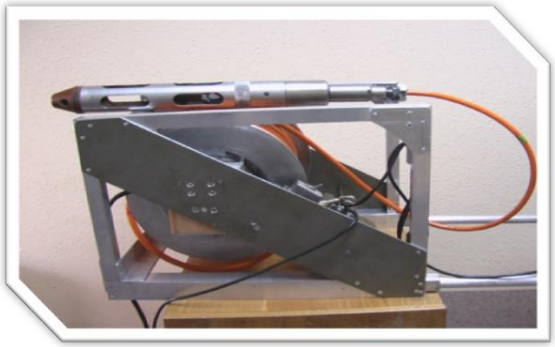


Рис.2. Лебедка каротажная (вид сбоку)

Рис.3. Лебедка каротажная (вид спереди) [6]

**Заключение**

Геофизические исследования в скважинах являются в настоящее время неотъемлемым этапом в геологических работах, проводимых при разведке и разработке месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых. Перспективы дальнейшего развития геофизических исследований скважин в ЗАО «ПИРС» связаны с решением основной задачи: мониторинг геосред в области горнопромышленной геологии (карьеры, дамбы и т.д.).

Способы решения задачи:

1. Разработка и внедрение аппаратуры и оборудования, дающих возможность за один спуско-подъем измерить несколько геофизических параметров в цифровой и аналоговой записи.

2. Научное обоснование рационального комплекса геофизических исследований для различных геологических условий, специфики бурения и разработки залежи.

3. Разработка и внедрение автоматизированных систем сбора и обработки геолого-геофизической информации в процессе бурения.

4. Совершенствование теории и практики автоматизированной комплексной геолого-геофизической интерпретации данных промысловой геофизики, используя специализированное программное обеспечение.

При дальнейшем, открытом наращивании комплекса ГИС, за счёт включения в него спектрального гамма – каротажа, акустического, каротажа магнитной восприимчивости поможет повысить достоверность и надёжность геологической информации. Повысит информативность геологического разреза скважины в определении последовательности и глубины залегания пластов, их литологических свойств, оценит наличие и количественное содержание в недрах полезных ископаемых.

***Библиографический список***

*1. Горбачев Ю.И. Геофизические исследования скважин. М.: Недра, 1990. 400 с.*

*2. Дахнов В.Н. Геофизические методы определения коллекторских свойств и нефтегазонасыщения горных пород. М.: Недра, 1985. 300 с.*

*3. Итенберг С.С., Дахкильгов Т.Д. Геофизические исследования в скважине. М.: Недра, 1982. 352 с.*

*4. Итенберг С.С. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин. М.: Недра, 1987. 376 с.*

*5. Латышова М.Г., Мартынов В.Г., Соколова Т.Ф. Практическое руководство по интерпретации данных ГИС. М.: Недра, 2007. 326 с.*

*6. http://www.mining-enc.ru/g/geofizicheskie-issledovaniya.*

УДК 502/504

**С.А. Суранова**
Пермский государственный национальный
исследовательский университет

# ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ КОКУЙСКОГО ГАЗОНЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Рассмотрены факторы формирования инженерно-геологических условий нефтегазоносного района на юго-востоке Пермского края. Проведены инженерно-геологические изыскания на Кокуйском газонефтяном месторождении.*

*Ключевые слова: инженерно-геологические условия, Кокуйское газонефтяное месторождение*

**S.A. Suranova**
Perm State University

# CONDUCTING RESEARCH ON KOKUYSKOYE OIL-AND-GAS AREA TO ASSESS ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS

*Factors of formation of engineering-geological conditions of oil-gas bearing district in the Southeast of Perm Krai are considered. Engineering-geological surveys for oil and gas field Coquitlam held.*

*Keywords: engineering-geological conditions, Kokuyskoye oil and gas field*

## Введение

Кокуйское газонефтяное месторождение (ГНМ), (площадь месторождения 250 км$^2$, с учетом прилегающей территории – 500 км$^2$) расположено в Кунгурском и Ординском районах Пермского края. Месторождение эксплуатирует ЛУКОЙЛ-Пермь. Разработка ведется в сложных горно-геологических условиях, вызванных развитием карстовых процессов в пермских отложениях, которые наиболее сильно развиваются в условиях высокой тектонической трещиноватости пород. Разработка месторождения вызывает острые экологические проблемы в районе, связанные с загрязнением окружающей в т.ч. – геологической среды (подземные и поверхностные воды, почвы, ландшафты и др.). Так в д. Павлово отмечались загрязнения источников водоснабжения, что вызывало заболевания населения и поэтому – социально-экологические проблемы.

## Инженерно-геологическая изученность

По инженерной геологии территория в целом изучена слабо. Общее описание инженерно-геологических условий приводится в работах [2, 3]. Из обзорных и региональных работ можно отметить проведение государственной

© С.А. С ранова, 2016

гидрогеологической съемки масштаба 1:200 000 с небольшим описанием инженерно-геологических условий [7]. В 2005-2008 гг. ЕНИ ПГУ проведен комплексный инженерно-геологический анализ территории Пермского края и составлена инженерно-геологическая карта масштаба 1:500 000 с региональным районированием. Эта карта актуализирована в 2012 г. при составлении Атласа Пермского края [7, 9]. Проводился ряд локальных работ по изысканиям объектов инфраструктуры Кокуйского ГНМ ООО «Недра» в 1999, 2001, 2003, 2013 гг. С 2015 г. ООО «Недра» проводятся инженерные изыскания трассы газопроводов и ВЛ 110 кВ на различных участках месторождения, а также на площадке газокомпрессорной станции (ГКС) «Кокуй». Основным результатом этих работ было изучение физико-механических свойств грунтов площадок изысканий. Общего инженерно-геологического анализа Кокуйского ГНМ не проводилось.

**Основные методы исследований**

Методика изысканий и объемы работ соответствовали установленным нормативным документам. Инженерно-геологические изыскания на площадках проводились с целью определения и уточнения геологического строения, литологического состава, физико-механических и коррозийных свойств грунтов, гидрогеологических условий, химического состава и степени агрессивности подземных вод, выявления неблагоприятных физико-геологических процессов и явлений [1]. Состав и объемы изыскательских работ соответствуют стадии «проектная и рабочая документация» и устанавливались с учетом вида (назначения) проектируемых сооружений, уровня их ответственности, сложности инженерно-геологических условий, а также наличия данных ранее выполненных изысканий для принятия обоснованных проектных решений. Основные виды работ: рекогносцировочное и маршрутное обследование; топографическая съемка площадок с применением спутниковых геодезических систем ГЛОНАСС и GPS; буровые и горнопроходческие работы; опробование грунтов и воды; лабораторные работы.

Автор в 2015 г. принимала участие в лабораторных работах в грунтовой лаборатории ООО НИППППД «Недра». Были проведены работы по определению физико-механических характеристик грунтов с территории ГКС «Кокуй».

**Природно-геологические факторы формирования инженерно-геологических условий**

*По физико-географическому и ландшафтному районированию* территория Кокуйского ГНМ входит в бореальную таежную зону, южнотаежную подзону Восточно-Русской равнины, находится в пределах приподнятой денудационной равнины Уфимского плато, Иреньско-Сылвенской наклонной карстовой равнины. Рельеф участка равнинный, с отметками от 100 до 220 м, осложнен карстовыми воронками. В гидрографическом отношении территория расположена в среднем части бассейна р. Сылвы. Основной рекой района является р.Ирень (приток р.Сылвы), пересекающая Кокуйское ГНМ с юга на север с основными притоками – рр. Бым, Бырма, Бол. Ашап. Климат территории континентальный, с холодной продолжительной зимой, теплым, но

сравнительно коротким летом. Зимой часто наблюдается антициклон с сильно охлаждённым воздухом. Среднегодовая температура воздуха в районе положительна и равна +2,0° С. Абсолютный минимум температуры воздуха наблюдается в январе и достигает минус 50°С, абсолютный максимум наблюдается в июле и достигает +38°С. Среднее количество осадков в год составляет 587 мм. Максимум осадков за месяц наблюдается в июле – 75 мм, минимум – в феврале – 25 мм. Преобладают дерново-подзолистые почвы. Глубина их промерзания достигает 120 см.

*Геологические условия.* В тектоническом отношении территория Кокуйского ГНМ расположено в северной части Волго-Уральской антеклизы в пределах Бымско-Кунгурской впадины, приурочено к бортовой зоне Камско-Кинельской системы палепрогибов.

Территория по общему сейсмическому районированию (ОСР-97-D) относится к территориям 7 балльной сейсмической опасности. Территория характеризуется повышенной геодинамической активностью. Практически вся территория попадает в пределы Тулвинской региональной геодинамической активной зоны, а южная и центральная часть – еще и в пределы локальной геодинамической активной зоны с высокой трещиноватостью пород (по аэрокосмогеологическим и геофизическим данным). Они представляют собой участки повышенной геологической опасности для условий строительства различных объектов. [3-6].

В геологическом строении района принимают участие карбонатно-сульфатные породы иренского и филлиповского горизонтов кунгурского яруса нижней перми. Породы представлены гипсами, ангидритами с прослоями алевролитов, доломитами и доломитизированными известняками тюйской и лунежской пачек и ангидритами, гипсами, доломитами ледянопещерской и демидовской пачек. Коренные породы перекрыты сплошным чехлом четвертичных отложений – в долинах рек аллювиальными, на склонах - делювиальными и на отдельных водоразделах – элювиально-делювиальными отложениями, представленными преимущественно суглинками, глинами, песками.

**Инженерно-геологические условия**

По инженерно-геологическому районированию территория расположена в пределах инженерно-геологического региона первого порядка – Восточно-Европейской (Русской) платформы, Волго-Уральского инженерно-геологического региона второго порядка; в инженерно-геологической области приподнятой денудационной равнины Уфимского плато. Включает два инженерно-геологического района: в западной части – район слабых дифференцированных поднятий Иреньско-Сылвенской наклонной карстовой равнины и в восточной части – район умеренных дифференцированных поднятий Уфимское плоскогорья и Сылвенского кряжа. В их пределах выделено несколько инженерно-геологических участков по степени инженерно-геологической сложности [9].

На территории имеют развитие две инженерно-геологические формации: карбонатно-терригенная формация нижней перми (шешминские и соликамские

отложения уфимского яруса) представлена глинами, алевролитами, аргиллитами, песчаниками с прослоями мергелей и известняков общей мощностью 300-500 м и галогенно-карбонатная формация нижней перми (иреньские отложения кунгурского яруса) – песчано-глинистые отложения с прослоями гипса и ангидрита с общей мощностью 200-400 м. Глины карбонатные и аргиллитоподобные имеют наибольшее распространение, имеют твердую и полутвердую консистенцию, характеризуются высокой плотностью, которая увеличивается с глубиной. Песчаники мелко- и среднезернистые с глинисто-известковым цементом, часто косослоистые, различные по плотности и крепости. Доломиты и известняки представлены хемогенными и органогенными разностями, в различной степени пористыми и кавернозными. В невыветрелом состоянии это крепкие, прочные, массивные породы. В условиях повышенной трещиноватости породы резко ухудшают свои инженерные свойства [3].

Из геолого-генетических комплексов на рассматриваемой территории наиболее широко распространены три комплекса: аллювиальный, делювиальный и элювиально-делювиальный. Мощность их обычно до 2-5 м, в долинах рек увеличивается до 10 м. Для отложений характерен большой диапазон физико-механических свойств. По гранулометрическому составу – преобладают суглинки от легких до тяжелых. В естественном состоянии они имеют полутвердую или тугопластичную консистенцию, а по степени насыщенности пор водой относятся к очень влажным грунтам, пористость их достаточно высокая. Породы на склонах находятся в неустойчивом положении. По лабораторным данным установлено, что в пределах участка изысканий грунты в зоне сезонного промерзания могут проявлять пучинистые свойства. Фактором, провоцирующим проявление пучения, является промораживание замоченных грунтов.

Из экзогенных геологических процессов на территории преобладает карст. Территория Кокуйского ГНМ расположена в пределах Иренского карстового района Приуральской карстовой провинции (по районированию Г.А.Максимовича и К.А.Горбуновой, 1958) [7, 10]. Карст относится к голому, местами к закрытому (под соликамскими некарстующимися отложениями). Карстующимися породами являются, в основном, гипсы и ангидриты, реже известняки, доломиты иренского горизонта кунгурского яруса нижней перми. Наиболее закарстованы склоны долины р. Ирени. Воронки – имеют большее распространение; поля и цепочки воронок чаще всего вытянуты в направлении выхода гипсовых пачек, заключенных среди менее растворимых пород. Средняя плотность их достигает 22 шт/км$^2$.

Важнейшую роль при изучении инженерно-геологических условий играет комплексная оценка степени инженерно-геологической сложности территорий. В соответствии с СП 11-105-97, ч.1 территория Кокуйского ГНМ относится к 3 категории сложности по инженерно-геологическим и гидрогеологическим условиям. На основе всего изученного материала проведено зонирование по основным факторам, определяющим инженерно-геологические условия территории Кокуйского ГНМ на региональном уровне: распространению

основных экзогенных геологических процессов (карста, овражности и др.), эрозионной расчлененности рельефа, сейсмичности, неотектоническим показателям (плотности линеаменов и мегатрещин). Интегральная оценка всех этих показателей позволила определить (экспертно-бальным путем) степень инженерно-геологической сложности промышленного и хозяйственного освоения и категорию условий участков. На территории выделено 3 участка, протягивающихся тремя меридиональными полосами: два из них распространены в западной и восточной частях месторождения характеризуются условно благоприятными условиями (требуется значительная инженерная подготовка); в центральной части с севера на юг выделен участок с ограниченно благоприятными условиями (требуется сложная инженерная подготовка).

**Заключение**

Для более полной инженерно-геологической оценки территория Кокуйского ГНМ требуется проведение системного инженерно-геологического анализа с детальным районированием по степени сложности инженерно-геологических условий; проведение линеаментно-геодинамического анализа на основе аэрокосмогеологических и геофизических исследований и комплексного инженерно-геологического и геоэкологического мониторинга за состоянием геологической среды.

***Библиографический список***


1. *ВНМД 34-78. Руководство по полевой документации инженерно-геологических работ при изысканиях для строительства. Госстрой РСФСР, 1978.*
2. *Гидрогеология СССР. Т. XIV. Урал / под ред. И.К.Зайцева. М., Недра, 1972. 648 с.*
3. *Инженерная геология СССР. В 8-ми томах. Т. 1. Русская платформа. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1978.*
4. *Копп М.Л., Вержбицкий В.Е., Колесниченко А.А., Копылов И.С. Новейшая динамика и вероятное происхождение Тулвинской возвышенности (Пермское Приуралье) // Геотектоника. 2008. № 6. С. 46-69.*
5. *Копылов И.С. Научно-методические основы геоэкологических исследований нефтегазоносных регионов и оценки геологической безопасности городов и объектов с применением дистанционных методов / автореферат дис. ... доктора геолого-минералогических наук. Пермь, 2014. 48 с.*
6. *Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6.*
7. *Копылов И.С., Коноплев А.В. Геологическое строение и ресурсы недр в атласе Пермского края // Вестник Пермского университета. Геология. 2013. № 3 (20). С. 5-30.*
8. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Инженерно-геологическое изучение, картографирование, районирование территории Пермского края // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-10. С. 2190-2195.*
9. *Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Региональные факторы формирования инженерно-геологических условий территории Пермского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 84. С. 102-112.*
10. *Максимович Г.А. Основы карстоведения. Пермь, 1969. Т. 2. 529 с.*

# МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ, АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ, ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ)

## RESEARCH METHODS OF MINERAL DEPOSITS (GEOPHYSICAL, AEROSPACE, HYDROGEOLOGICAL, MINERALOGICAL AND PETROGRAPHIC METHODS)

УДК 552.08

**А.К. Айткалиева**
г. Уральск, Республика Казахстан

## ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КЕРНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИБОРА АНАЛИЗАТОРА ПИК-ПП (САВИНОБОРСКОЕ НЕФТЯНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ)

*В статье описана методика петрофизических исследований керна с применением прибора анализатора ПИК-ПП. Приведен пример применения методики определения параметров пористости на Савиноборском нефтяном месторождении.*

*Ключевые слова: керн, петрофизические исследования, анализатор ПИК-ПП, пористость, проницаемость, Савиноборское нефтяное месторождение.*

**A.K. Aytkalieva**
Uralsk, Republic of Kazakhstan

## PETROPHYSICAL CORE ANALYSIS USING INSTRUMENT ANALYZER PIK-PP (SAVINOBORSKOYE OIL FIELD)

*Methods petrophysical studies of core samples using analyzer PIK-PP device is described in the article. An example of application of a technique of definition of parameters of porosity on Savinoborskoye oil field are given.*

*Keywords: core analysis, petrophysical studies, analyzer PIK-PP, porosity, permeability, Savinoborskoye oil field.*

При изучении нефтегазоносности важнейшими петрофизическими свойствами горных пород, определяющими их нефтеносность являются пористость и проницаемость. На примере изучения керна скважин Савиноборского нефтяного месторождения Республики Коми приведена методика петрофизических исследований.

Савиноборская площадь в административном отношении находится в пределах Вуктыльского и Сосногорского районов Республики Коми, в 68 км от

© А.К. А ка иева, 2016

административного центра г. Вуктыл и 105 км от г. Сосногорск. Ближайшими населенными пунктами являются пос. Конашъёл, Шердино и Савинобор. Площадь Савиноборского участка – 603 км$^2$.

**Краткие геологические условия**

В тектоническом отношении Савиноборское нефтяное месторождение приурочено к Савиноборскому поднятию Мичаю-Пашинского вала Тимано-Печерской плиты. В неотектоническом отношении расположено в пределах Ижма-Печерского мегаблока, контролируется региональными тектоническими линеаментами преимущественно СВ, СЗ и субширотного простирания и характеризуется высокой геодинамической активностью, которая обуславливает высокую тектоническую трещиноватость пород. Савиноборское месторождение относится к Мичаю-Пашинскому нефтегазоносному району Ижма-Печерской нефтегазоносной области Тимано-Печерской нефтегазоносной провинции. Промышленная нефтегазоностность связана с терригенно-карбонатным среднедевонского – среднефранским нефтегазоносным комплексом. Коллектора представлены терригенными отложениями джъерского и яранского возраста [2, 9-11]. В рамках работы рассматривался яранский горизонт.

Объектом изучения данной работы служили образцы горных пород, отобранных из терригенных отложений джьевского и яранского горизонтов нижнего девона ($D_3$ dzr+jr) в процессе бурения скважины № 301 Савиноборского месторождения.

**Методика исследований**

В современных условиях определение пористости и проницаемости осуществляется с помощью анализатора ПИК-ПП, представляющий собой комплекс для измерения проницаемости по газу и пористости образцов породы в условиях реальных напряжений. Комплекс с ручной загрузкой образца, работающий на основе физической модели затухания импульса, может определять эквивалентную проницаемость по жидкости и воздуху, пористость и поровый объем при горном давлении до 70 МПа (рис. 1).

Рис. 1. Автоматизированный прибор для измерения пористости и проницаемости ПИК-ПП [11]

Работы по основному комплексу исследований проводились в три этапа:

1 этап. Поинтервально-послойное литологическое описание керна. Фотографирование колонки керна в дневном и ультрафиолетовом свете. Определение спектрометрической и плотностной характеристики керна (профильные измерения) и привязка керна по результатам данных исследований к ГИС. Геохимические исследования пластовых флюидов;

2 этап. Полное петрографическое изучение и детальное микроописание шлифов и макроописание пород. Исследование петрофизических свойств на стандартных образцах (цилиндры диаметром 30 и высотой около 30 мм);

3 этап. Исследования петрофизических свойств на образцах большемерного (полноразмерного) керна с сохранением диаметра колонки керна и высотой примерно равной диаметру. Исследование фильтрационно-емкостных свойств и трещиноватости по кубическим образцам. Проведение специальных и физико-термогидродинамических видов исследований.

**Определение емкостных и плотностных свойств.**

Открытая пористость, объёмная и кажущаяся минералогическая плотности определялись по стандартной методике в полном соответствии с ГОСТом 26450.1-85 [5]. В качестве насыщающей жидкости использовались керосин и модель пластовой воды, которыми насыщались как стандартные образцы, так и отдельные куски образцов. Модель пластовой воды плотностью 1,165 г/см$^3$, бала приготовлена путём растворения в дистиллированной воде солей, преобладающих в составе пластовой воды. По результатам взвешивания и определения плотности рабочей жидкости вычислялись: коэффициент открытой пористости – $К_{по}$, объёмная плотность – $\delta_п$, кажущаяся минералогическая плотность – $\delta_{кмп}$ по формулам, указанным в ГОСТе.

Общая пористость газоволюметрическим методом определялась на автоматическом порозиметре (анализаторе) пористости и проницаемости ПИК-ПП. Принцип измерения порового объёма основан на принципе расширения газа (азота) по закону Бойля. Закон Бойля применительно к анализу керна заключается в способности определять неизвестный объём по расширению газа с известными значениями давления и температуры. Перед проведением измерений образцы подготавливались в полном соответствии с требованиями ГОСТа [5]. Измерения пористости выполнялись согласно инструкции, разработанной изготовителем прибора.

Коэффициент пористости в пластовых условиях определялся на установке для определения физических и емкостных параметров горных пород ИФЕС-1 по методике, разработанной изготовителем прибора. Сущность метода заключается в определении количества вытесненной из образца жидкости при определенном эффективном давлении с последующим определением объёма пустотного пространства образца.

Строение емкостного пространства изучалось по репликам следов открытых трещин на образцах кубической формы. Методика разработана в лаборатории петрофизики КамНИИКИГС (г. Пермь). После измерения всех физических параметров кубические образцы экстрагируют от солей и

высушивают до постоянной массы, после чего насыщают однонормальным раствором сульфида натрия. Из фотопленки на свету вырезают кусочки, по форме и размеру соответствующие граням образца, подписывают их, прикладывают эмульсионной стороной на насыщенный и осушенный с поверхности образец. В специальном устройстве обжимают образец давлением 2,5 МПа в течение 30 минут. Под действием всестороннего сжатия часть жидкости из образца отжимается на периферию и реагирует с эмульсионным слоем фотопленки, оставляя следы, характеризующие наличие, местоположение и раскрытие открытых трещин в образце горной породы. По полученным отпечаткам следов открытых трещин рассчитывается поверхностная плотность открытых трещин ($P_{то}$) для каждого из кубических образцов изучаемых горных пород.

Экспериментальное изучение трещинной пористости и проницаемости пород проводилось по методике ВНИГРИ, усовершенствованной в лаборатории петрофизики КамНИИКИГС, по окрашенным шлифам горных пород большого размера с использованием компьютерной техники. Изготовление шлифов большого размера производилось согласно методике, разработанной в лаборатории петрофизики КамНИИКИГС, на специальном отрезном и шлифовальном станке PETROTHIN. По полученным результатам – площади шлифа (S, мм$^2$), протяженности (L, мм) и раскрытию трещин (b, мм) – рассчитывались параметры:

- коэффициент проницаемости по трещинам ($К_Т$), 10 $^{-15}$ м$^2$:

$$K_т = BA\frac{b^3 l}{S}\ , \qquad (1)$$

где B – пересчётный коэффициент равный 10, а A – численный коэффициент, зависящий от геометрии систем трещин в породе. По методике ВНИГРИ соответствует хаотически расположенным в породе трещинам и принимается равным 1,71x10$^6$;

- коэффициент емкости трещин ($m_т$), %:

$$m_т = C\frac{bl}{S}\ , \qquad (2)$$

где C – пересчётный коэффициент равный 100;

- поверхностная плотность открытых трещин по шлифу ($P_{то}$), 1/м:

$$P_{то} = 1{,}57D\frac{l}{S}\ . \qquad (3)$$

где D – пересчётный коэффициент равный 1000.

Остаточная водонасыщенность изучалась косвенными методами центрифугирования и капилляриметрическим по ГОСТу 39-204-86 [4]. Предварительно стандартные образцы насыщались моделью пластовой воды (раствор NaCl) минерализацией -241 г/л.

Для определения водоудерживающей способности (остаточной водонасыщенности) методом центрифугирования использовалась модернизированная центрифуга ОС-6М с крестообразным ротором и скоростью вращения ротора 6000 об/мин., с последующим замером удельного электрического сопротивления.

В методе полупроницаемой мембраны применялся групповой капилляриметр В-32. Исследования проводились на 10 ступенях с давлениями вытеснения 0,005; 0,01; 0,015; 0,25; 0,050; 0,1; 0,2; 0,5; 0,8 и 1,2 МПа. После вытеснения жидкости на каждой ступени определялось удельное электрическое сопротивление. По результатам исследований строились зависимости величины водонасыщенности и относительных фазовых проницаемостей образцов от величины капиллярного давления, вычислялись эффективные диаметры пор, соответствующие каждому капиллярному давлению, а по изменению водонасыщенности – относительное содержание этих пор в объеме породы и их участие в фильтрации. По результатам определения пористости и остаточной водонасыщенности вычислялась эффективная пористость с учётом указаний, изложенных в соответствующей литературе [8].

**Определение фильтрационных свойств**

При определении абсолютной газопроницаемости в качестве фильтрующего агента использовался азот.

Абсолютная газопроницаемость определялась по ГОСТу 26450.2-85 [6]. Образцы помещались в кернодержатель, разработанный в лаборатории и отличный от ГК-5 тем, что в нём есть возможность контролировать обжим образца, благодаря чему достигается большая точность измерений при газопроницаемости образцов менее $0{,}001*10^{-15}$ $м^2$ (мD). Авторское свидетельство на изобретение № 1467452. G 01 N 15/08. Устройство для измерения газопроницаемости горных пород. Бюллетень «Открытия. Изобретения», 1989, № 11. При вычислении величины абсолютной газопроницаемости учитывался эффект проскальзывания газа.

В методе определения коэффициента абсолютной газопроницаемости на кубических образцах использовалась установка, позволяющая определить постоянную (стационарную) скорость фильтрации по известному объёму газа, прошедшему через образец за фиксированный отрезок времени при постоянной разности давлений, и нестационарную скорость фильтрации также по известному объёму газа, прошедшему через образец за фиксированный отрезок времени, но при переменной разности давлений на входе и выходе из образца. В установке использовался кернодержатель с пневмообжимом, позволяющий измерить фильтрацию при линейном потоке газа. По величине газопроницаемости, замеренной на кубических образцах по трём взаимно перпендикулярным направлениям, рассчитывались коэффициенты анизотропии горных пород: ($A_\perp$) между субперпендикулярным ($Az$) и субпараллельными ($Ax$ и $Ay$) напластованию направлениями:

$$A_\perp = \sqrt{\frac{Az}{\sqrt{Ax \times Ay}}}. \qquad (4)$$

Радиальная фильтрация на полноразмерных образцах проводилась по методикам В.Г Виноградова [1] и В.И. Горояна [3]. Для проведения исследований использовалась аппаратура, разработанная в лаборатории. Авторское свидетельство на изобретение № 6844-5. G 01 N 15/08. «Прибор для

определения коэффициента проницаемости порово-кавернозных пород». Бюллетень «Открытия. Изобретения», 1979, № 33. Прибор, в отличие от существующих, обеспечивает возможность определения проницаемости пород на полноразмерных образцах керна в направлении, параллельном напластованию, при контролируемом осевом сжатии. Использование прибора снижает искажение конечных результатов измерения за счет влияния масштабного фактора.

Эффективная газопроницаемость определялась на образцах после создания в них остаточной водонасыщенности методом центрифугирования. Определения проводились на анализаторе ПИК-ПП. Для контроля количества остаточной воды в образцах, они взвешивались до и после фильтрации через них газа. За эффективную газопроницаемость принималось среднее по трём замерам газопроницаемости при разных перепадах давления.

Показатель смачиваемости пород определялся по ГОСТ 39-180-85 [7] с учётом требований по величине газопроницаемости изучаемых образцов, которая должна быть больше 0,01 мкм$^2$.

Таким образом, можно сделать вывод, что метрологическое обеспечение должно быть неотъемлемым элементом всей технологической цепи изучения горных пород, начиная от отбора керна и привязки кернового материала и заканчивая его хранением, а объектами метрологического обеспечения должны быть все элементы технологической цепи петрофизических исследований: и технические, методические и программные средства.

**Заключение**

В результате проведённых литолого-петрографических и петрофизических исследований получена всеобъемлющая информация об отложениях джьеского ($D_3$dzr) и яранского ($D_3$jr) горизонтов верхнего отдела девонской системы. Отложения джьеского горизонта, представленные керном в интервале 2675,00-2688,00 м, сложены мелкозернистыми кварцевыми алевритовыми песчаниками, разнозернистыми в разной степени глинистыми кварцевыми алевролитами и переслаиваниями песчаников и алевролитов.

Исследования петрофизических свойств на образцах стандартного размера и полноразмерных образцах выявили отсутствие влияния масштабного фактора на емкостные, фильтрационные, плотностные, электрические и акустические свойства.

***Библиографический список***

*1. Виноградов В.Г. Практикум по петрофизике. М.: Недра, 1990.*

*2. Галкин В.И., Середин В.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В., Копылов И.С., Чиркова А.А. Оценка эффективности технологий очистки нефтезагрязненных грунтов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 6. С. 4-7.*

*3. Гороян В.И. Методические рекомендации по исследованию пород-коллекторов нефти и газа физическими и петрографическими методами под ред. М.: ВНИГНИ, 1978.*

*4. ГОСТ 39-204-86 Нефть. Методы лабораторного определения остаточной водонасыщенности коллекторов нефти и газа по зависимости насыщенности от капиллярного давления.*

5. *ГОСТ 26450.1-85 Породы горные. Метод определения коэффициента открытой пористости жидкостенасыщением.*

6. *ГОСТ 26450.2-85 Породы горные. Метод определения коэффициента абсолютной газопроницаемости при стационарной и нестационарной фильтрации.*

7. *ГОСТ 39-180-85 Система показателей качества продукции. Меры массы. Номенклатура показателей.*

8. *Кобранова В.Н и др. Определение петрофизических характеристик по образцам» / под ред. Дахнова. М.: Недра. 1977.*

9. *Копылов И.С. Неотектонические и геодинамические особенности строения Тимано-Печорской плиты по данным аэрокосмогеологических исследований // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2012. № 6. С. 341-351.*

10. *Копылов И.С. Научно-методические основы геоэкологических исследований нефтегазоносных регионов и оценки геологической безопасности городов и объектов с применением дистанционных методов // автореферат дис.. доктора геолого-минералогических наук: 25.00.36 / Уральский государственный горный университет. Пермь, 2014. 48с.*

11. *Середин В.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В., Копылов И.С., Хрулев А.С. // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2013. № 3 С. 85-90.*

12. *http://www.geologika.ru/12-produkty/standartnyj-analiz/29-avtomatizirovannyj-pribor-dlya-izmereniya-poristosti-i-pronitsaemosti-pik-pp.*

УДК 552.4

**Е.В. Волкова**
Пермский государственный национальный
исследовательский университет

# ОЦЕНКА ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА УЧАСТКА БЕРЕЗОВЫЙ МАЛОМЫРСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

*Исследования проводились на основе минералого-петрографического изучения шлифов метаморфических пород Маломырского золоторудного месторождения, Березового участка.*

*Ключевые слова: минералого-петрографический анализ, метаморфические породы, Маломырское золоторудное месторождение.*

**E.V. Volkova**
Perm State University

# THE EVALUATION OF THE MATERIAL COMPOSITION OF BEREZOVY SITE AT THE MALOMYRSKOE GOLD DEPOSIT (AMUR REGION)

*The research was carried out on the basis of mineralogical and petrographic study of thin sections of metamorphic rocks Malomyrskoe gold deposit, Berezovy site.*

*Keywords: mineralogical and petrographic analysis, metamorphic rocks. Malomyrskoe gold deposit*

Площадь Берёзового участка расположена в пределах Маломырского золоторудного месторождения, на территории Селемджинского района Амурской области (рис.1).

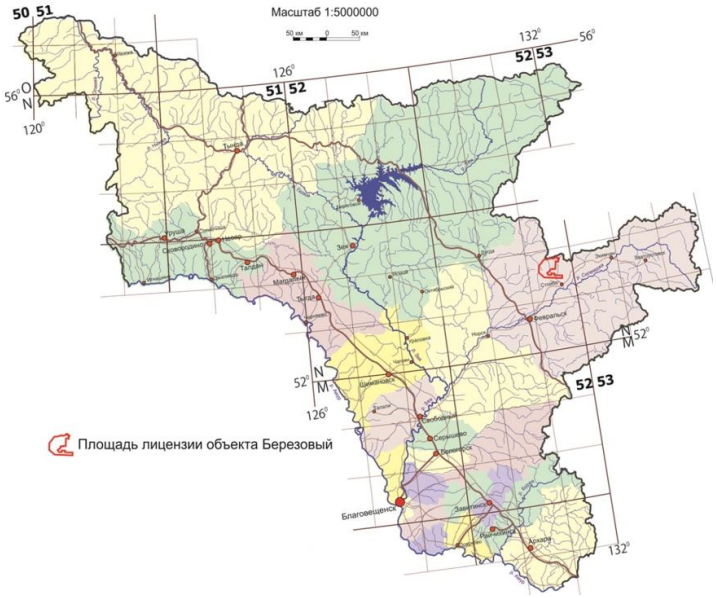



Рис. 1. Обзорная карта Берёзового участка Маломырского месторождения

© .В. Во кова, 2016

**Общая характеристика Маломырского золоторудного месторождения**

В географическом отношении площадь расположена в южных отрогах Селемджинского хребта, служащего водоразделом рек Селемджа и Шевли, и представляет собой, преимущественно, среднегорье с абсолютными отметками 750-1300 м. Северная граница площади проходит по гребню хребта. Относительные превышения колеблются от 400 до 600 м. Крутизна склонов обычно составляет 20-25$^{o}$, иногда достигает 35-40$^{o}$.

В геологическом отношении площадь расположена в области сочленения Амуро-Охотской геосинклинальной складчатой системы и Буреинского массива и приурочена к узлу пересечения региональных глубинных разломов субширотной (Южно-Тукурингрский разлом) и близмеридиональной (Улигданская зона разломов) ориентировки [5, 7].

Тектонические нарушения отчетливо дешифрируются на цифровых космических снимках, вполне вероятно, что участки их высокой трещиноватости обусловлены региональными геодинамическими активными зонами [1, 2], которые в целом контролируют месторождение, как это установлено на многих золоторудных месторождениях мира [3].

В структурном плане месторождение приурочено к своду Маломырской антиклинали, шарнир которой полого погружается на восток. Периклинальное замыкание этой структуры отмечается за пределами рудного поля. Южное крыло антиклинали залегает полого (10-30°) и вблизи свода осложнено пологими структурами второго порядка с небольшой амплитудой и размахом крыльев до 600-700м. Северное крыло антиклинали более крутое (25-60°) (рис. 2).

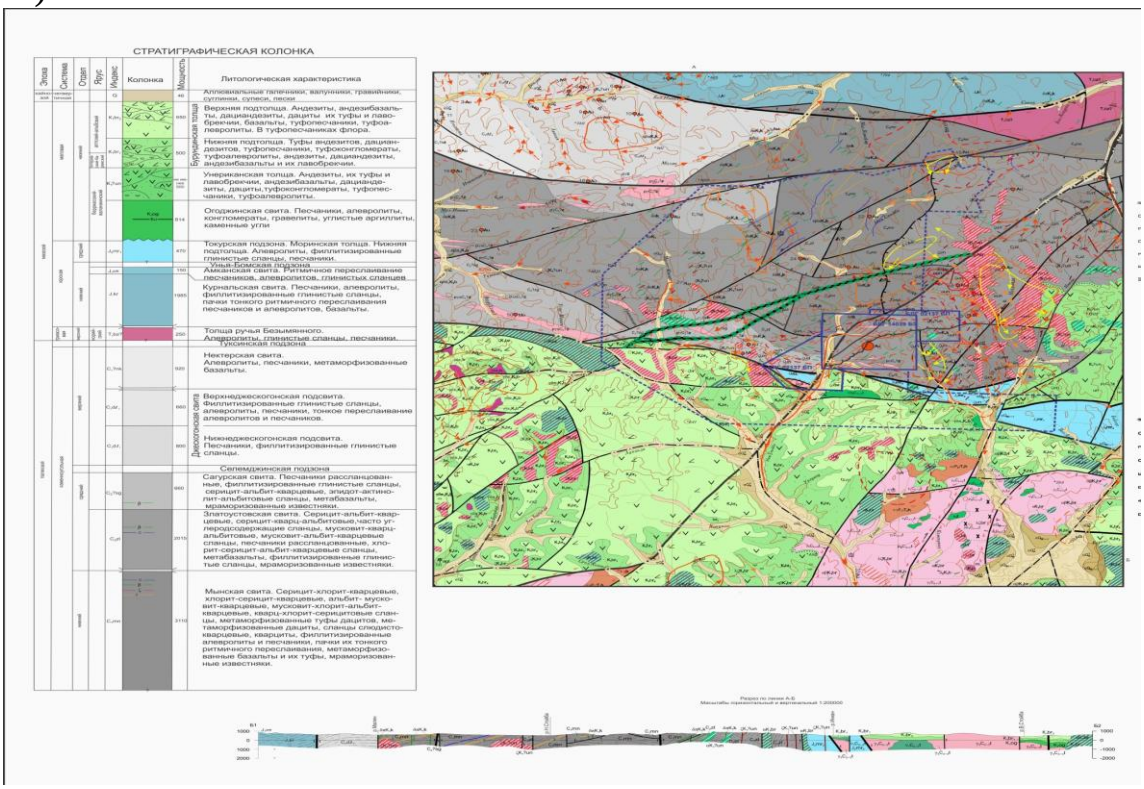



Рис. 2. Геологическая карта Маломырского месторождения [5]

Рудное поле месторождения слагают преимущественно породы среднего карбона, отнесённые к златоустовской свите. Они прорваны позднепалеозойскими гранитоидами и раннемеловыми дайками андезитов. Породы златоустовской свиты слагают валообразную антиклиналь близширотной ориентировки и представлены рассланцованнымиметапесчаниками, черными графитистыми сланцами с маломощными прослоями и линзами метакремнистых, карбонатных и зеленокаменных пород. Позднепалеозойские граниты повсеместно катаклазированы, окварцованы, содержат прожилково-вкрапленную минерализацию (преимущественно арсенопирита и пирита) и нередко характеризуются повышенными содержаниями золота.

С 2005 г. на лицензионной площади поиски и разведку выявленных ранее рудных зон и тел по договору с недропользователем, ООО «Маломырский рудник», осуществляет ООО НПГФ «Регис». До конца 2007 г. изучались только труднообогатимые руды минерализованных (окварцевание и сульфидизация) зон дробления субширотно-северо-восточной ориентировки. В 2007 г. на участке Кварцитовый были выявлены рудные тела субмеридиональной ориентировки, представленные, преимущественно, зонами прожилково-сетчатого окварцевания и телами кварц-полевошпатовых брекчий, содержащих включения свободного золота размером до 0,1-1,0 мм. По технологическим качествам руды оказались легкообогатимыми. Предприятие «Регис» осуществляет весь комплекс работ, связанных с эффективным освоением месторождений золота, железной руды и цветных металлов, а также восстановлением минерально-сырьевой базы Приамурья (рис. 3).

Рис. 3. Маломырский рудник

В 2005-2011 гг. Маломырское месторождение разведано канавами и скважинами. Суммарное количество разведанных на месторождении и утвержденных балансовых запасов категорий $C_1$ и $C_2$ составило 49069,7 кг золота. Маломырское месторождение относится к промышленному типу минерализованных зон золото-кварц-сульфидной рудной формации с упорными и легкообогатимыми рудами. Рудные тела представлены

минерализованными зонами дробления, телами кварцевых и кварц-альбитовыхметасоматитов с вкрапленностью сульфидов, зачастую брекчированных.

Рудные минералы составляют не более 1-10% объема руды и представлены пиритом и арсенопиритом. В резко подчиненном количестве отмечены галенит, сфалерит, вольфрамит, шеелит, блеклые руды, гематит, магнетит, халькопирит, ильменит, рутил, марказит, станнин, касситерит, акантит, золото, молибденит и хромит. Вторичные минералы представлены лимонитом, гематитом, скородитом, окислами марганца, ковеллином, борнитом, самородной медью и ярозитом.

Промышленную ценность в рудах представляет золото. Оно очень мелкое, более половины металла относится к классу 0,02 мм. Только единичные золотины имеют размеры до 0,4-1 мм в поперечнике. Золотины преимущественно комковидные, реже пластинчатые и друзовидные, их поверхность обычно гладкая, частично с налетами гидроокислов железа в углублениях. Цвет золотисто-желтый с зеленоватым, реже беловатым оттенками. Проба золота колеблется от 700 до 820 [5, 7].

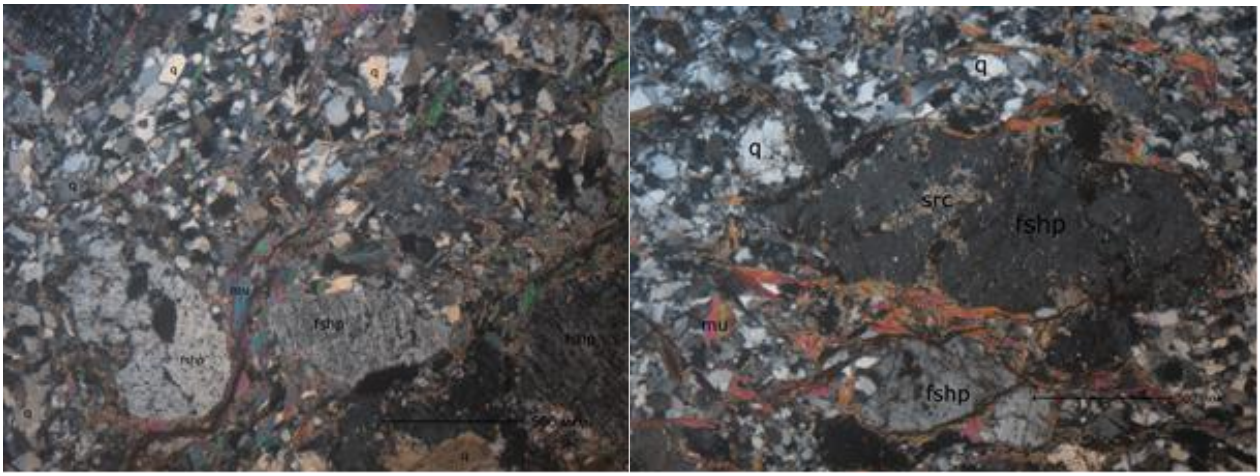
**Результаты исследований.**

Исследования включали: отбор проб автором в ходе полевого сезона 2015 г. и описания шлифов на основе минералого-петрографического анализа в лаборатории кафедры минералогии и петрографии ПГНИУ.

Описание шлифов позволили рассмотреть следующие разновидности пород: бластокатаклазит по гранитоиду, метасоматит полевошпат-кварцевый, карбонатизированный, хлорит-серицитовый сланец карбонатизированный [4, 6]. Все породы под микроскопом в шлифах бесцветные прозрачные, участками окрашены в буроватый и черный цвет.

Бластокатаклазит по гранитоиду характеризуется порфирокластовой среднезернистой структурой на фоне кластической мелкозернистой основной массы (рис. 4).

А Б



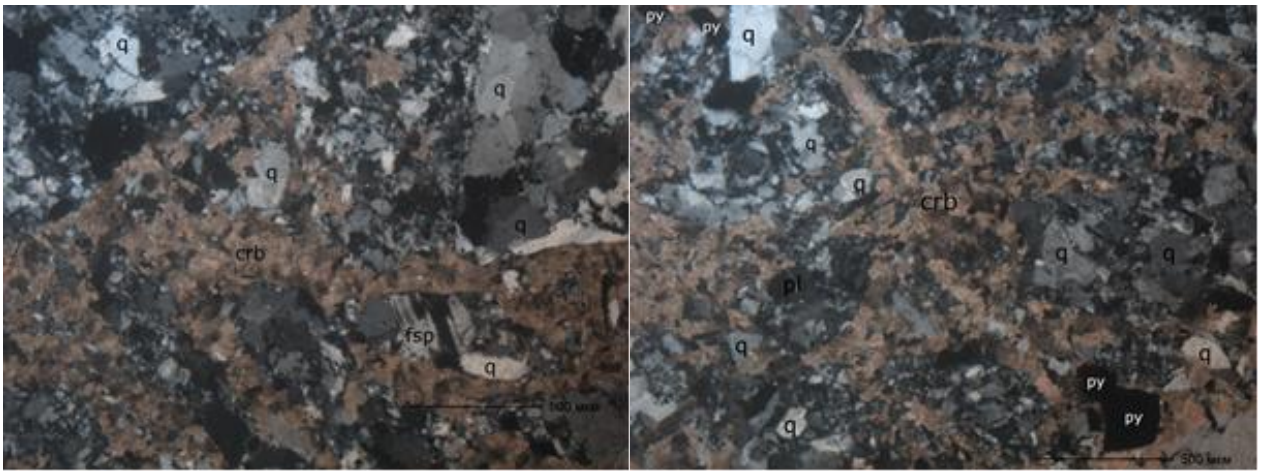

А – порфирокласты, представлены калиевым полевым шпатом, основная катакластическая масса, состоит из кварца, плагиоклаза и мусковита. Б – мусковит обвалакиваетпорфирокласт, создавая очковую текстуру, наблюдается процесс серицитизации. Увеличение $5x10^{x}x=50^{x}$.

Рис.4. Бластокатаклазит по гранитоиду (в скрещенных николях):

Текстура линзовидно-слоистая, очковая. Содержание кварца составляет 30-40 %, полевых шпатов – 50-55 %, слюды – 3-5 %, окислов железа – 2-3 % и пелитовых частиц – 1-2%. Порфирокласты представлены полевыми шпатами в виде округлых, таблитчатых линзовидных зёрен размером от 0,1 до 3 мм. Наблюдается пертитовое строение по микроклину. Из вторичных процессов установлены процессы серитицизации по плагиоклазу, и пелитизация по микроклину. Основная кластическая масса состоит в основном из кварца, плагиоклаза и слюды. Кварц представлен неправильными зёрнами с неровными коррозионными границами, размером 0,01-0,1 мм. Плагиоклаз характеризуется зёрнами размером около 0,1 мм. В межзерновом пространстве установлен мусковит. Минералы ориентированы субпараллельно, что придаёт породе микрослоистость и сланцеватость. Размер чешуек в среднем от 0,02 до 0,2 мм. Мусковит обвалакиваетпорфирокласты, создавая очковую микротекстуру.Окислы железа развиваются вдоль трещин и вокруг скоплений слюдистых минералов. Местами наблюдаются ромбовидные и прямоугольные зёрна гематита (замещённый пирит) размером 0,06-0,2 мм, участками для него характерны ксеноморфные выделения.

Метасоматит полевошпат-кварцевый, карбонатизированный характеризуется микро-среднезернистой структурой (рис. 5).

А Б




А – карбонаты заполняют межзерновое пространство. Б – то же, в центре расположена трещина, заполненная карбонатом, в правом нижнем углу наблюдаются кристаллы пирита. Увеличение $5x10^{x}x=50^{x}$.

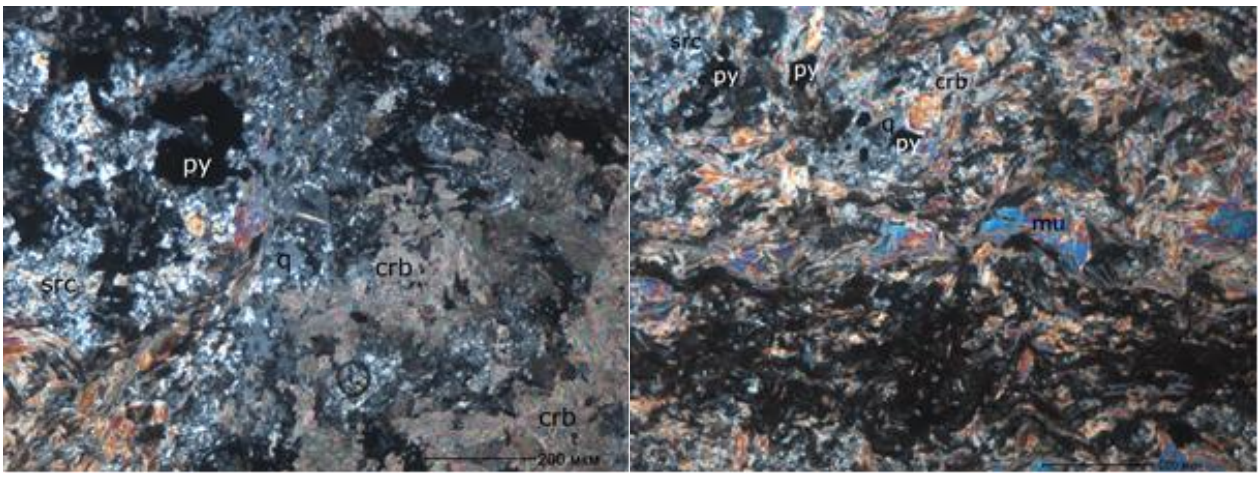
Рис.5. Метасоматит полевошпат-кварцевый,карбанатизированный (в скрещенных николях)

Текстура брекчиевидная, трещиноватая. Содержание кварца составляет 40-45 %, полевых шпатов –40-45 %, карбонатов – 5-7%, серицита, пирита, лейкоксена и пелитовых частиц в сумме – около 5%. Данные минералы характеризуются неровными, коррозионными (местами конформно-регенерационными), часто нечёткими границами. Кварц бесцветный, размеры зёрен составляют от 0,005 мм до 1,3 мм. Многие зёрна имеют неравномерное, часто волнистое погасание. Полевые шпаты представлены калиевым полевым шпатом (микроклином) и плагиоклазом (альбитом). Калиевый полевой шпат

бесцветный, размеры зёрен составляют от 0,01 мм до 0,3. Характеризуется неправильными, реже таблитчатыми зёрнами с неровными границами. Плагиоклаз бесцветный, размеры зёрен составляют от 0,01 мм до 0,3. Представлен неправильными, реже таблитчатыми зёрнами с неровными границами.Среди микро-мелкозернистых зёрен кварца и полевых шпатов размером 0,01-0,2 мм наблюдаются более крупные зёрна кварца и калиевого полевого шпата размером 0,1-1,3 мм. По трещинам и в поровом пространстве развиваются карбонаты размером зёрен от 0,02 до 0,3 мм.Также вдоль трещин и в межзерновом пространстве встречаются пелитовые частицы буроватого цвета. Среди микро-мелкозернистой массы наблюдаются микрочешуйки серицита. Также в отраженном свете наблюдаются желтовато-белые идиоморфные кубические кристаллы и ксеноморфные выделения пирита.Встречаются ксеноморфные выделения лейкоксенабуроватого цвета.

Хлорит-серицитовый сланец, карбонатизированный характеризуется лепидобластовой, микро-мелкозернистой структурой (рис. 6).

А Б




А – основная масса, представленная хлорит-серицитом (николи скрещены); Б – яркие цвета интерференции соответствуют выделениям мусковита. Увеличение $5x10^{x}x=50^{x}$.

Рис. 6. Хлорит-серицитовый сланец карбонатизированный (в скрещенных николях)

Текстура сланцеватая, плойчатая. Содержание серицитасоставляет 30-40%, хлорита – 20-30%,плагиоклаза – 10-15%, карбонатов – 30-40%, мусковита – 3-5%, сульфидов – около 10%. Основную микрозернистую массу слагают серицит и хлорит. Размеры чешуек серицита и хлорита составляют от 0,01 до 0,02 мм. Помимо основной микрозернистой массы наблюдаются прослоисерициташириной от 0,2 до 1 мм. Прослои местами раздваиваются. Чешуйки серицита в прослоях ориентированы субпараллельно, придавая при этом сланцеватую, плойчатуюмикротекстуру. Размеры чешуек в прослоях составляют от 0,02 мм до 0,05 мм. В прослоях встречаются чешуйки мусковита размером 0,05 мм, максимальные 0,2 мм. Вдоль слюдяных прослоев наблюдается углистое вещество, окрашивающие прослои в коричневый цвет.Карбонаты имеют неправильную формувыделений размером от 0,1 до

0,6 мм. Плагиоклаз бесцветный, представлен зёрнами неправильной формы с неровными границами, размером от 0,05мм до 0,5 мм. Установлена тонкая россыпь лейкоксена в виде идиоморфных зёрен зеленоватого цвета, размером от 0,01 до 0,05 мм. Также в отраженном свете видны сульфиды (пирит, халькопирит, пирротин и марказит).

При описании в полевых условиях были установлены следующие породы: плагиогранит рассланцованный, метасоматит кварцевый с сульфидами, сланец хлорит-слюдисто-кварцевый и др.

В процессе изучения вещественного состава этих пород под микроскопом было выявлено:

- по первому исследованному образцу, который предварительно назван плагиогранит рассланцованный наблюдалось влияние дислокационного метаморфизма. Где главным фактором является стресс давление и сравнительно невысокие температуры. Образец следует назвать катаклазитом, в котором наблюдаются полуокатанные обломки в оболочке из мусковита, который вероятнее всего возник под давлением в процессе метаморфизма;
- во втором образце уточнен минеральный состав метасоматита, который был катаклазирован и обогащен карбонатами;
- при исследовании третьего образца установлено отсутствие кварца и наличие плагиоклаза, также замечено, что сланец обогащен карбонатами.

*Шлифы для исследований изготовлены в минералогической лаборатории ООО НПГФ Регис. Организация любезно предоставила их для определения вещественного состава и установления генетической принадлежности.*

***Библиографический список***

1. *Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4.*
2. *Копылов И.С. Геоэкология нефтегазоносных районов юго-запада Сибирской платформы. Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т. 2013. 166 с.*
3. *Золото-алмазная колыбель России / Копылов И.С., Наумов В.А., Наумова О.Б., Харитонов Т.В. Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т. 2015. 131 с.*
4. *Лодочников. В.Н. Главнейшие породообразующие минералы: Издание 5-е, испр. и доп. / Под редакцией В.С. Соболева. М.: Недра, 1974. 248с.*
5. *Минерально-сырьевая база Амурской области на рубеже веков / И.А. Васильев, В.П. Капанин, Г.П. Ковтонюк и др. Комитет природных ресурсов Амурской обл. Благовещенск, 2000.*
6. *Рыка В., Малишевская А. Петрографический словарь. М.: Недра, 1989. 590 с.*
7. *http:/http://mestor.geoinfocom.ru/publ/1-1-0-29.*

УДК 550.8

**А.А. Иванова**
Пермский государственный национальный
исследовательский университет

# ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ОПЫТНО - ФИЛЬТРАЦИОННЫХ РАБОТ НА ТЕРРИТОРИИ ТРАВИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Проведен гидрогеологический анализ района Травинского нефтяного месторождения в Пермском крае. Охарактеризованы данные мониторинга водозабора. Изучены графоаналитические способы интерпретации данных опытно-фильтрационных опробований. Определены фильтрационные характеристики.*

*Ключевые слова: подземные воды, графоаналитические способы интерпретации данных, фильтрационные характеристики.*

**A.A. Ivanova**
Perm State University

# INTERPRETATION OF EXPERIMENTAL - FILTRATION WORKS ON THE SITE TRAVINSKY OIL FIELD

*Hydrogeological analysis of the Travinsky district oil field in the Perm region is held. Data of water abstraction monitoring have been characterised. Tabular-analytical ways of data interpretation of testing for underground waters inflow have been studied. Filter characteristics have been identified.*

*Keywords: underground waters, tabular-analytical ways of data interpretation of testing for underground waters inflow, filter characteristics.*

## Введение

В настоящее время, для определения расчетных гидрогеологических параметров, характеризующих фильтрационные свойства горных пород, применяются различные методы, одними из основных являются откачки из скважин. Корректная интерпретация полученных в результате откачек данных имеет важное значение.

Основные задачи работы включали: анализ фондовых материалов и в частности и подготовка данных для обработки; характеристика данных мониторинга водозабора; изучение методик интерпретации данных опытно-фильтрационных опробований; определение фильтрационных характеристик.

Фактическими данными работы послужили результаты опытно-фильтрационных опробований, проведенных в 2006 г. на территории Травинского нефтяного месторождения для технологических целей [1].

© А.А. Иванова, 2016

Травинское месторождение нефти в административном отношении расположено в Очерском районе Пермского края в 95 км западнее г. Пермь и в 10 км северо-западнее г. Очер. Месторождение разрабатывается с 1985 года.

Рассматриваемая водозаборная скважина № 1 Т расположена на площади Травинского месторождения нефти на расстоянии 1,8 км юго-западнее д. Новосёлы Очёрского района Пермского края. Промышленная нефтеносность Травинского месторождения связана с карбонатными отложениями башкирского яруса и верейского горизонта московского яруса среднего карбона.

**Геолого-гидрогеологические условия**

В структурно-тектоническом отношении Травинское месторождение приурочено к северной части Верещагинского вала Верхнекамской впадины. Рассматриваемая территория характеризуется развитием архейских, протерозойских, палеозойских и кайнозойских отложений. Коренными породами, являются отложения уржумского яруса среднего отдела пермской системы.

В зависимости от состава преобладающих пород в уржумских отложениях по площади выделяются три толщи: песчаниковая, глинистая, глинисто-песчаниково-конгломератовая. На площади Травинского месторождения развит песчаниковый тип разреза. Четвертичные отложения развиты повсеместно. Представлены глинистыми, песчаными и галечниковыми отложениями.

По гидрогеологическому районированию исследуемый район находится в пределах Камско-Вятского бассейна пластовых вод. Выделяются два основных гидрогеологических подразделения: водоносный четвертичный аллювиальный горизонт и водоносный горизонт уржумских отложений средней перми, сложенный в основном песчаниками, алевролитами с прослойками глин [2, 5-7, 12].

Основными водовмещающими породами водозаборной скважины № 1 Т являются песчаники; присутствуют прослои алевролитов и аргиллитов. Фильтр скважины оборудован в интервале 86-106 м. На рис.1 изображена колонка данной водозаборной скважины.

На рис. 2 и 3 представлены графики с обобщенной информацией по работе водозаборной скважины месторождения за девятилетний период (с 1997 по 2005 г.). На графиках по оси у приведены среднесуточные значения величины водоотбора из скважины (в $м^3$/сут) по годам и месяцам.

Данные о химическом составе вод эксплуатируемого уржумского водоносного горизонта представлены в табл. 1 и на рис. 4. Для наглядности был подготовлен график-квадрат Дурова (с помощью программы RockWorks). При его построении были учтены основные анионы и катионы в процент-эквивалентной форме. Цветом на графиках показана величина минерализации рассмотренных анализов. Преобладающий химический состав опробованных вод гидрокарбонатный кальциево-магниевый.

В вершинах треугольников диаграммы представлены основные ионы химического состава вод (гидрокарбонаты, сульфаты. хлориды;

кальций+натрий, магний) в процент - эквивалентной форме. Значения, соответствующие каждому анализу воды, откладываются на треугольниках и затем проецируются на квадрат.

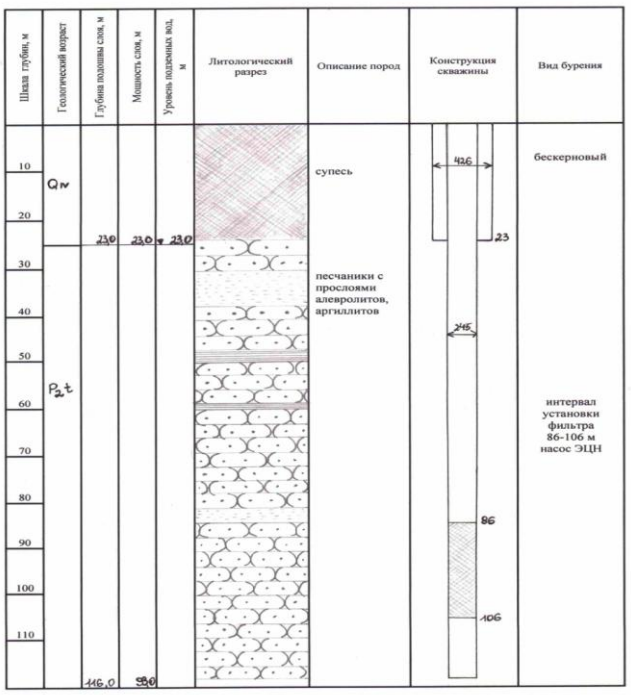



Рис. 1. Гидрогеологическая колонка данной водозаборной скважины

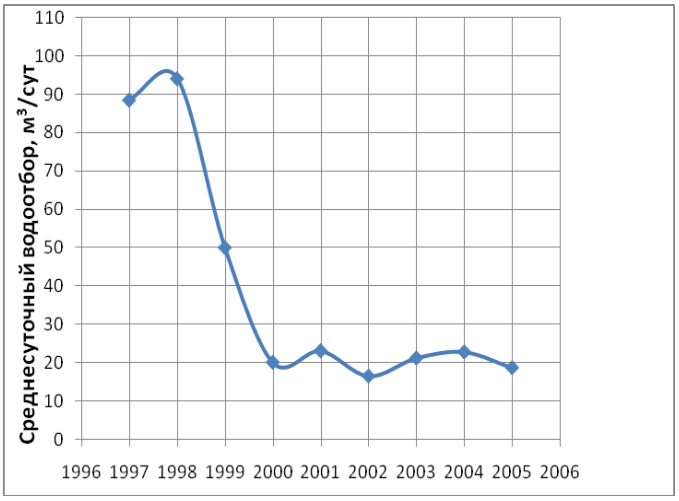



Рис. 2. График среднесуточного водоотбора

Таблица 1

Химический состав уржумского водоносного горизонта

| Дата | Минерали-зация, мг/л | $HCO_3$ | Cl | $SO_4$ | Ca | Mg | Na+K | нефтепродукты |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21.06.2003 | 324.57 | 244 | 21.64 | 4.12 | 46.99 | 17.75 | 7.82 | не обн. |
| 24.09.2003 | 363.01 | 237.9 | 26.14 | 11.11 | 46.09 | 19.46 | 22.31 | не обн. |
| 01.06.2004 | 367.55 | 244 | 26.5 | 5.76 | 46.04 | 18 | 27.25 | не обн. |
| 09.09.2004 | 380.86 | 256.2 | 32.44 | 2.47 | 36.18 | 28.82 | 24.75 | не обн. |
| 03.05.2005 | 365.48 | 231.8 | 29.55 | 14.65 | 32.06 | 16.17 | 41.25 | не обн. |
| 19.09.2005 | 379.7 | 231.8 | 28.58 | 18.11 | 38.08 | 13.38 | 49.75 | не обн. |
| 11.05.2006 | 415.49 | 256.2 | 36.09 | 16.46 | 45.92 | 19.82 | 41 | не обн. |

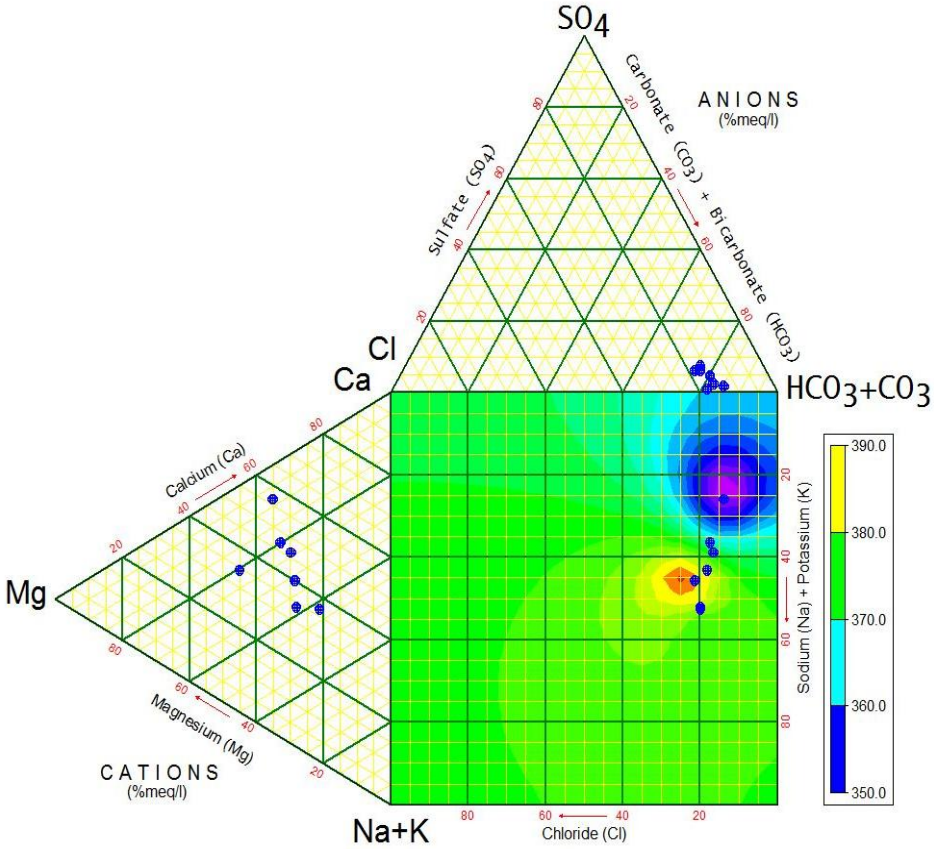



Рис. 3. Графики-квадраты Дурова

**Методика и результаты работ**

Опытно-фильтрационные работы – это работы основанные на фильтрационном возмущении в водоносном горизонте, путём откачки воды из скважины или нагнетания. Одна из главных задач проведения опытно-фильтрационных опробований – определение фильтрационных параметров водоносных пластов на основе данных об изменении уровня подземных вод.

Для обработки данных ОФР существуют: графоаналитические (прямой линии, горизонтальной прямой линии, эталонной кривой) и аналитические (решение прямой и обратных задач). Графоаналитические способы являются наиболее информативными и удобными, так как они позволяют быстро находить заранее неизвестные параметры пласта. Наиболее популярными из них являются способы прямой линии (рис.4). Они основаны на преобразовании исходных аналитических зависимостей и на использовании индикаторных кривых. Существует три способа определения фильтрационных параметров с помощью прямой линии: на графике временного, площадного и комбинированного прослеживания [3, 4, 8-11].

При обработке сложных опытно-фильтрационных опробований (влияние границ, переменный расход откачки и др.) на стандартных графиках временного, площадного и комбинированного прослеживания, определить искомые параметры сложно или невозможно.

| График, зависимости и определяемые параметры | Прослеживание | | |
|---|---|---|---|
| | Временное (рис. 4.1, *а*) | Площадное (рис. 4.1, *б*) | Комбинированное (рис. 4.1, *в*) |
| График | $s—\lg t$ | $s—\lg r$ | $s—\lg\frac{t}{r^2}$ |
| Форма записи уравнения (4.1.1) | (1) | (2) | (3) |
| Линейная зависимость | $s=C\lg t+A$ | $s=-C\lg r+A$ | $s=C\lg\frac{t}{r^2}+A$ |
| Угловой коэффициент | $C=\frac{s_2-s_1}{\lg t_2-\lg t_1}$ | $C=\frac{s_1-s_2}{\lg r_2-\lg r_1}$ | $C=\frac{s_2-s_1}{\lg(t/r^2)_2-\lg(t/r^2)_1}$ |
| Расчет проводимости, м²/сут | $T=\frac{0.183Q}{C}$ | $T=\frac{0.366Q}{C}$ | $T=\frac{0.183Q}{C}$ |
| Расчет пьезопроводности, м²/сут | $\lg a=\frac{A}{C}+\lg\frac{r^2}{2.25}$ | $\lg a=2\frac{A}{C}-\lg(2.25t)$ | $\lg a=\frac{A}{C}-\lg 2.25$ |

Примечание. $C$ – угловой коэффициент прямой линии; $A$ – величина, которую отсекает прямая линия на оси ординат. (1) – $s=\frac{0.183Q}{T}\left(\lg t+\lg\frac{2.25a}{r^2}\right)$, (2) – $s=\frac{0.366Q}{T}\left(-\lg r+\lg\sqrt{2.25at}\right)$, (3) – $s=\frac{0.183Q}{T}\left(\lg\frac{t}{r^2}+\lg(2.25a)\right)$.

Рис. 4. Графоаналитическое определение параметров

В этом случае производят преобразование уравнений фильтрации, которое позволяет построить графики изменения уровня в таких координатах, которые дают возможность использовать графоаналитические способы для нахождения параметров.

В нашем случае опытно-эксплуатационная откачка (результаты которой были использованы для интерпретации) производилась на 3 ступени дебита. В этом случае удобны графики, представленные на рис.5.

**Графоаналитическое определение параметров**

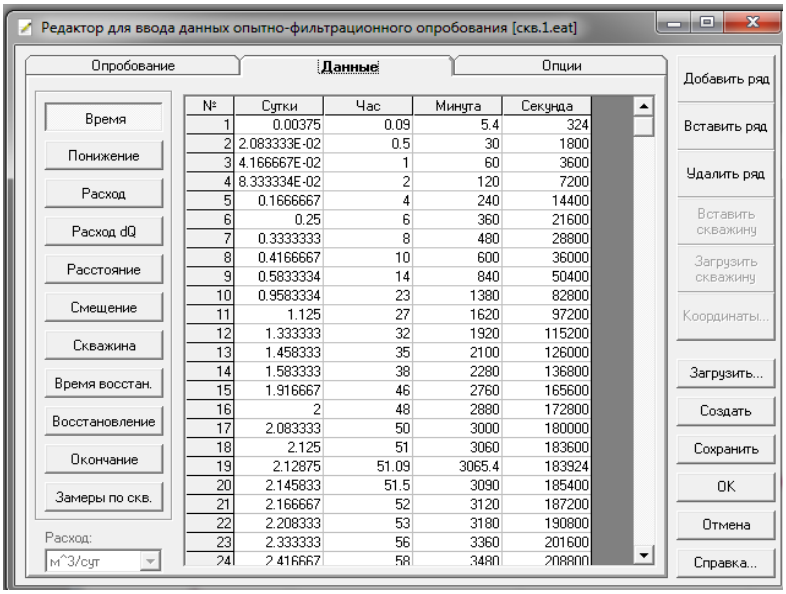
| График | Способ | Зависимость |
|---|---|---|
| $\frac{s}{Q_t}—\lg t'$ | Прямая линия (1) | $T=\frac{0.183}{C}$, $\lg a=\frac{A}{C}+\lg\frac{r^2}{2.25}$ |
| $\frac{s}{Q_t}—\lg r$ | Прямая линия | $T=\frac{0.366}{C}$, $\lg a=2\frac{A}{C}-\lg(2.25t')$ |
| $\frac{s}{Q_t}—\lg\frac{t'}{r^2}$ | Прямая линия (1) | $T=\frac{0.183}{C}$, $\lg a=\frac{A}{C}-\lg(2.25)$ |

Рис. 5. Графоаналитическое определение параметров

По оси ординат в данном случае откладывается отношение понижения к расходу скважины, а по оси абсцисс - приведенное время или приведенное время и расстояние. Данные графики использовались при дальнейшей интерпретации фактических данных.

Наблюдения за снижением уровня в скважине фиксировались в полевом журнале. При интерпретации данных откачки в настоящей работе полученные

значения понижений уровня подземных вод заносились в специализированную программу. На рис.6 приведен фрагмент данных откачки.




| № | Сутки | Час | Минута | Секунда |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.00375 | 0.09 | 5.4 | 324 |
| 2 | 2.083333E-02 | 0.5 | 30 | 1800 |
| 3 | 4.166667E-02 | 1 | 60 | 3600 |
| 4 | 8.333334E-02 | 2 | 120 | 7200 |
| 5 | 0.1666667 | 4 | 240 | 14400 |
| 6 | 0.25 | 6 | 360 | 21600 |
| 7 | 0.3333333 | 8 | 480 | 28800 |
| 8 | 0.4166667 | 10 | 600 | 36000 |
| 9 | 0.5833334 | 14 | 840 | 50400 |
| 10 | 0.9583334 | 23 | 1380 | 82800 |
| 11 | 1.125 | 27 | 1620 | 97200 |
| 12 | 1.333333 | 32 | 1920 | 115200 |
| 13 | 1.458333 | 35 | 2100 | 126000 |
| 14 | 1.583333 | 38 | 2280 | 136800 |
| 15 | 1.916667 | 46 | 2760 | 165600 |
| 16 | 2 | 48 | 2880 | 172800 |
| 17 | 2.083333 | 50 | 3000 | 180000 |
| 18 | 2.125 | 51 | 3060 | 183600 |
| 19 | 2.12875 | 51.09 | 3065.4 | 183924 |
| 20 | 2.145833 | 51.5 | 3090 | 185400 |
| 21 | 2.166667 | 52 | 3120 | 187200 |
| 22 | 2.208333 | 53 | 3180 | 190800 |
| 23 | 2.333333 | 56 | 3360 | 201600 |
| 24 | 2.416667 | 58 | 3480 | 208800 |

Рис. 6. Фрагмент данных откачки

Откачка из скважины производилась около 10 суток. На первой ступени откачка в скважинах производилась с минимальным дебитом, (двое суток) равным потребности в воде на 2006 г. На третьей ступени с максимальным дебитом, (двое суток) равным перспективной потребности на конец эксплуатации. Вторая ступень промежуточная, равная потребности на 2009-2012 гг.

Графики временного прослеживания, а также ступеней расхода представлены на рисунке 7 и 8.

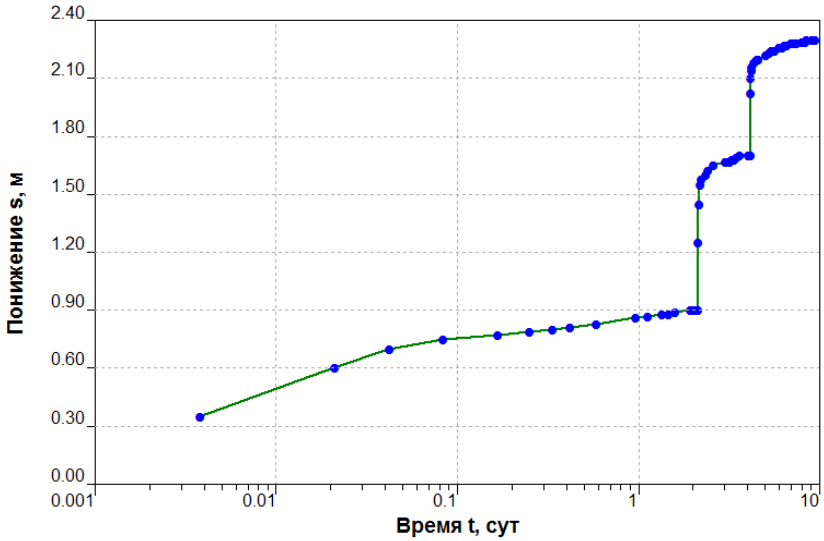



Рис.7 График временного прослеживания

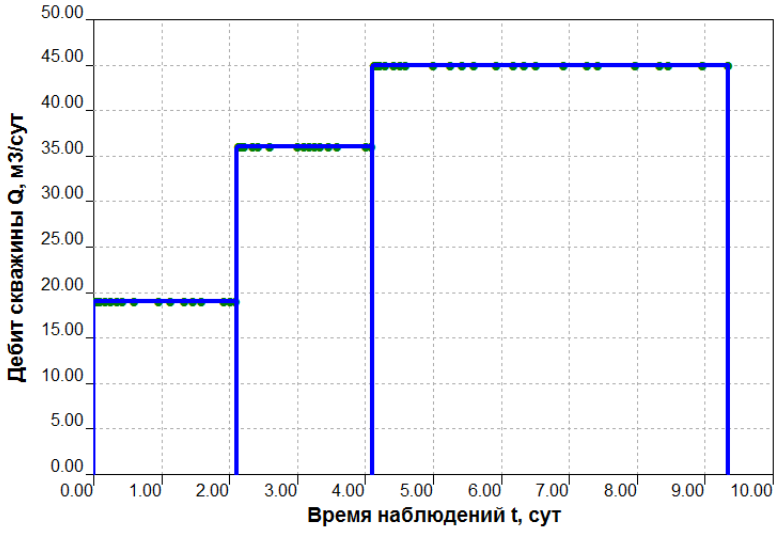



Рис.8 График ступеней расхода

Замеры производились через 5, 30, 60 минут, 2 часа, далее через 2 часа в течение первых 8 часов и от 4 до 8 часов до момента окончания наблюдений.

Далее показаны графики с приведенными параметрами (рис. 9), подготовленные с помощью программного обеспечения ANSDIMAT.

По оси ординат откладывается отношение понижения к расходу скважины, а по оси абсцисс - приведенное время, или приведенное время и расстояние. Подбор прямых линий позволяет определить водопроводимость опробуемого пласта. Ее значение составляет 29.5 и 29.1 м$^2$/сут для разных графиков. В отчете, который послужил в качестве источника фактических данных, по результатам интерпретации способом прямой линии получены близкие значения водопродимости.

На следующем этапе полученные параметры водопродимости могут быть использованы при решении различных задач, в частности, для оценки эксплуатационных запасов подземных вод.

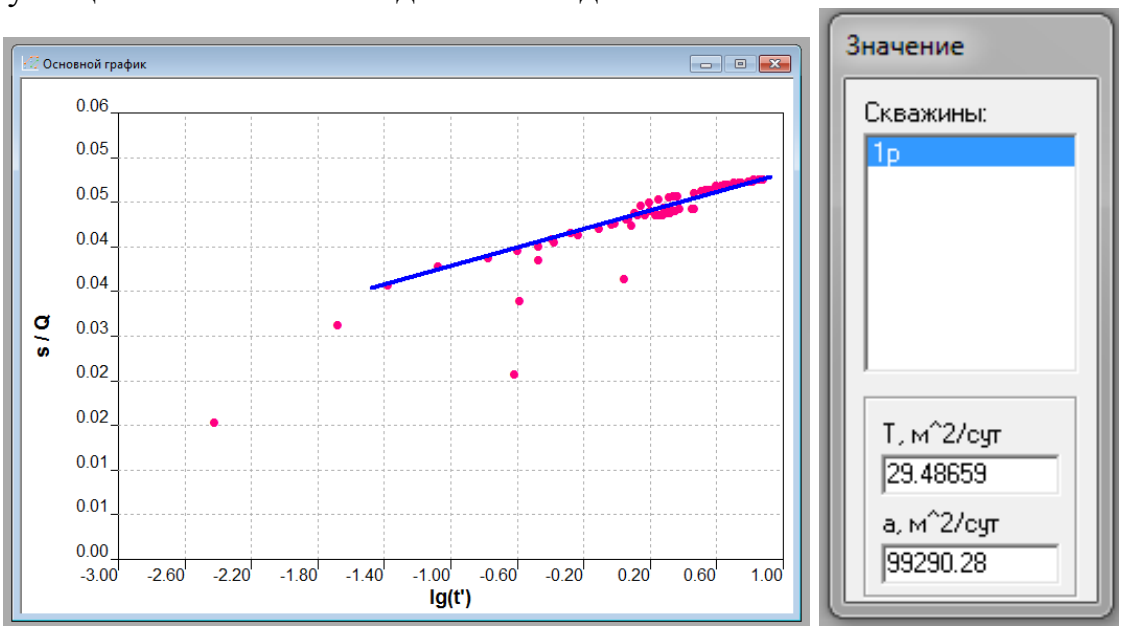



Рис. 9. Графики с приведенными параметрами

***Библиографический список***


*1. Аликин Э.А., Бурковская А.В. Оценка запасов подземных вод для технологических целей в пределах Сивинского нефтяного месторождения (по состоянию на 01.11.2006 г.). Отчет по договору № 3. ТКЗ № 208. Пермь, 2006. ТГФ.*

*2. Атлас Пермского края / Под ред. А.М. Тартаковского. Пермь, 2012. 124 с.*

*3. Боревский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. М.: Недра, 1979. 326 с.*

*4. Боревский Б.В., Язвин Л.С., Закуткин В.П. Мониторинг месторождений и участков водозаборов питьевых подземных вод. Методические рекомендации. М., «ГИДЭК», 1998. 80с.*

*5. Копылов И.С. Поиски и картирование водообильных зон при проведении гидрогеологических работ с применением линеаментно-геодинамического анализа // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 93. С. 468-484.*

*6. Копылов И.С. Основные водоносные комплексы Пермского Прикамья и перспективы их использования для водоснабжения // Успехи современного естествознания. 2014. № 9-2. С. 105-110.*

*7. Копылов И.С., Коноплев А.В. Геологическое строение и ресурсы недр в атласе Пермского края // Вестник Пермского университета. Геология. 2013. № 3 (20). С. 5-30.*

*8. Методические рекомендации по организации мониторинга подземных вод на мелких групповых водозаборах и одиночных эксплуатационных скважинах. М., Гос. центр мониторинга геологической среды МПР России. 2000. 27 с.*

*9. Мироненко В.А., Шестаков В.М. Теория и методы интерпретации опытно-фильтрационных работ. М.: Недра, 1978. 325 с.*

*10. Синдаловский Л.Н. Справочник аналитических решений для интерпретации опытно-фильтрационных опробований. СПб.: Изд-во С.-Пб.ун-та, 2006. 769 с.*

*11. Справочное руководство гидрогеолога / Под ред. В.М. Максимова. М.: Недра, 1973. 510 с.*

*12. Шимановский Л.А., Шимановская И.А. Пресные подземные воды Пермской области. Пермь: Перм. книж. изд-во 1973, 146 с.*

УДК. 550.832

**А.Р. Ильясов**
г. Лениногорск, Республика Татарстан, Россия

# КОМПЛЕКС ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ БАШКИРСКОГО ЯРУСА НА ПРИМЕРЕ РОМАШКИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КУАКБАШСКАЯ ПЛОЩАДЬ)

*Статья содержит: геолого-геофизическую изученность района, тектоническое описание, стратиграфическое описание, описание характера насыщения продуктивных горизонтов, описание комплекса ГИС для изучения фильтрационно-емкостных свойств карбонатных коллекторов Татарстана (на примере башкирского яруса Куакбашской площади), описана методика обработки и интерпретации материалов, результаты исследования и выводы.*

*Ключевые слова: геофизические исследования скважин, Ромашкинское нефтяное месторождение, Татарстан.*

**A.R. Ilyasov**
Leninogorsk, Republic of Tatarstan, Russia

# THE COMPLEX OF GEOPHYSICAL METHODS OF WELL LOGGING TO STUDY THE RESERVOIR PROPERTIES OF THE BASHKIR TIER OF THE EXAMPLE KUAKBASH AREA OF ROMASHKINSKOYE OIL FIELD

*Article includes: geological-geophysical exploration of the area, description of tectonic, stratigraphic description, a description of the nature of saturation of productive horizons, the description of a complex GIS for the study of reservoir properties of carbonate reservoirs of Tatarstan (on the example of the Bashkir tier Kuakbash area), the technique of processing and interpretation of materials, research results and conclusions.*

*Keyword: geophysical well logging, Romashkinskoye oil field, Republic of Tatarstan.*

## Введение

Нефтяная промышленность сегодня - это крупный народнохозяйственный комплекс, который живет и развивается по своим закономерностям. Сырая нефть - самое продаваемое сырьё в мире. Нефть занимает ведущее место в мировом топливно-энергетическом балансе: доля ее в общем потреблении энергоресурсов составляет порядка 50%. В связи с быстрым развитием в мире химической и нефтехимической промышленности потребность в нефти увеличивается с каждым годом. В связи с этим становится актуальным вопрос о изучении и разработке сложно-построенных залежей нефти и газа. К такому типу относятся и карбонатные залежи Татарстана, в данной статье автором рассмотрена Куакбашская площадь Ромашкинского нефтяного месторождения.

© А. . И ов, 2016

Это крупнейшее месторождение Волго-Уральской провинции. Ромашкинское месторождение разрабатывается более 50 лет. Из его недр отобрано более 2,2 млрд тонн нефти, при этом сохраняется высокий потенциал. Месторождение даёт за год более 15 млн тонн нефти, или половину объёмов, добываемых в Республике Татарстан.

Трудности поисков и разведки нефтяных месторождений и залежей, связанных с карбонатными породами, заключаются в резкой литолого-петрографической неоднородности по вертикали и горизонтали. Трудности обусловлены ещё и определенными ограничениями изучения карбонатных пород прямыми методами. Определенные по керну данные обычно далеко не соответствуют характеристике пласта в естественном залегании. Причина несоответствия заключается в том, что по керну оценивается только емкость межзерновой пористости. Каверновая и трещинная емкости по керну практически не определяется. Загипсованность, доломитизация, развитая вторичная пористость (трещиноватость и кавернозность), глубокое проникновение фильтрата бурового раствора в пласт – вот неполный перечень, обуславливающих неоднозначную интерпретацию геофизических данных в этих горизонтах.

В административном отношении Куакбашская площадь расположена в пределах Лениногорского района Республики Татарстан и Клявлинского района Самарской области (рис. 1).

Рис. 1. Обзорная карта Куакбашской площади

**Геологическое строение**

В региональном тектоническом плане площадь расположена на юго-западном склоне Южно-Татарского свода.

В тектоническом отношении площадь приурочена к крайне юго-западной части Ромашкинской структуры (рис. 2) [5]. По неотектоническим критериям структура характеризуется повышенной геодинамической активностью [2].

Рис. 2. Тектоническая схема поверхности кристаллического фундамента (по материалам отчета о работах Куакбашской сейсморазведочной партии 3/01-1 в Лениногорском районе РТ и Клявлинском районе Самарской области)

В геологическом строении площади принимают участие породы кристаллического фундамента архейского возраста и осадочного чехла, представленного отложениями девонской, каменноугольной, пермской, и четвертичной систем (рис. 3). В данной работе рассматриваются отложения башкирского яруса.

Залежь нефти, приуроченная к башкирскому ярусу (залежь 302), является наиболее крупной в отложениях среднего карбона. Башкирские отложения представлены двумя пачками пород, индексируемых как Сбш-1 и Сбш-2. В большинстве скважин пласт Сбш-2 размыт, и башкирские отложения представлены только пластом Сбш-1. В связи с затруднениями разделения пластов отложения башкирского яруса рассматриваются как единый пласт Сбш.

Особенностью башкирских карбонатных отложений является: значительная неоднородность ФЕ свойств, обусловленная влиянием первичных условий осадконакопления и вторичных процессов, связанных с кальцитизацией, перекристаллизацией, выщелачиванием и трещиноватостью.

Перекрывающие пласты покрышки сложены в основном перекристаллизованными и кальцитизированными уплотненными известняками с наличием значительной трещиноватости, что может служить причиной гидродинамической связи между пластами.

Коллекторы отложений относятся к порово-трещинному и порово-кавернозно-трещиноватому типу [4].

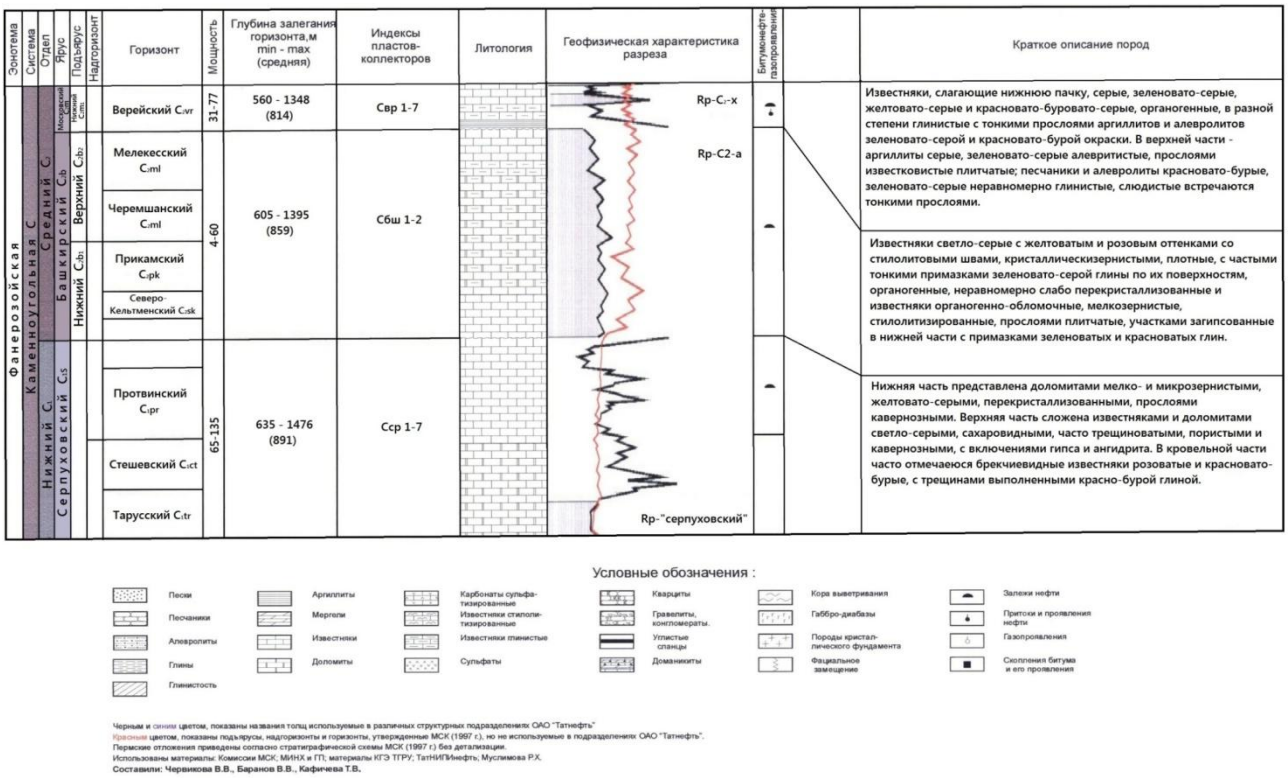



Рис 3. Стратиграфия исследуемого объекта (по материалам ТатНИПИнефть) [6]

Ниже, представлен стандартный комплекс методов ГИС для изучения ФЕС башкирского яруса. Он включает в себя:

1). Стандартный электрокаротаж, включающий в себя методы: КС, ПС, БКЗ, ИК, БК, резистивиметрия. Прибор К1А-723-М.

2). Кавернометрия (ДС). Прибор ПФ-73-М.

3). Радиоактивный каротаж (ГК, НГК). Прибор РК-3-76.

4). Инклинометрия. Приборы ИММН-60,ИОН-2.

**Методика интерпретации данных ГИС**

Сперва проводят литологическое расчленение разреза.

При определении ФЕС пластов по данным РК используется методика «двух опорных пластов», состоящая в оценке двойного разностного параметра Aγ и Anγ.

$$A\gamma = \frac{J_{ГК} - J_{ГК}^{min}}{J_{ГК}^{max} - J_{ГК}^{min}} \qquad An\gamma = \frac{J_{НГК} - J_{НГК}^{min}}{J_{НГК}^{max} - J_{НГК}^{min}}$$

Преимущество этих параметров состоит в том, что они в наименьшей степени подвержены влиянию скважинных условий и некоторых особенностей аппаратуры.

При помощи двойных разностных параметров мы рассчитываем Кгл и Кп по данным формулам.

$A\gamma = f(\text{Кгл})$

$$\text{Кгл}=A_{\gamma}^{1.04}$$

Затем используя Кп рассчитываем Кпр и Кн по формулам приведенным ниже [1].

$$\text{Кпр} = f(\text{Кп})$$

$$\text{Кпр}=0{,}00101\ \text{Кп}^{(-3{,}726)}$$

$$\text{К}_{\text{Н}} = 1 - \left(\frac{a \bullet b \bullet \rho_B}{\rho_{\text{П}} \bullet \text{К}_{\text{П}}^{m}}\right)^{\frac{1}{n}}$$

$$\text{К}_{\text{Н}} = 1 - \left(\frac{18{,}106 \bullet 0{,}721 \bullet 0{,}05}{\rho_{\text{П}} \bullet \text{К}_{\text{П}}^{0{,}826}}\right)^{\frac{1}{2{,}252}}$$

Расчленение разреза производят на основании того, что породы характеризуются определенными значениями параметров на диаграммах различных методов.

Карбонатные породы характеризуются в основном высоким удельным сопротивлением. Показания ГК низкие - в известняках, повышенные – в доломитах и битуминозных породах. Показания НГК в высокопористых известняках низкие и средние в водо- и нефтенасыщенных пластах; у плотных известняков напротив пластов насыщенных водой или нефтью показания НГК высокие.

В карбонатных породах диаметр скважин близок к номинальному. При вскрытии коллектора диаметр скважины уменьшается.

Надежным указанием на наличие коллектора могут служить следующие признаки:

1) Проникновение раствора в пласт;

2) Сужение диаметра, отмечаемое по кавернограмме, низкие показания ГК;

3) Уменьшение показаний нейтронного гамма-каротажа;

Для подсчета ФЕ параметров были использованы данные по 6 скважинам. По ним были составлены схемы сопоставления комплекса методов ГИС для выделения в разрезе пластов-коллекторов и оценки ФЕ свойств (рис. 4).

В качестве примера рассмотрим схему сопоставления (рис. 4) построенную по скважине 4. Разрез рассматриваемой скважины представлен карбонатными породами башкирского яруса.

По Стандарту интерпретации ГИС «Алгоритмы определения параметров продуктивных пластов нефтяных месторождений РТ» были рассчитаны Кп, Кгл, Кн, так же произведено расчленение разреза и определена литология. В разрезе были выделены 5 нефтенасыщенных пластов коллекторов.

На против них наблюдаются низкие значения ГК, средние значения НГК и высокие значения на кривых методов определяющих УЭС пород, что говорит нам о нефтенасыщенности пластов [3].

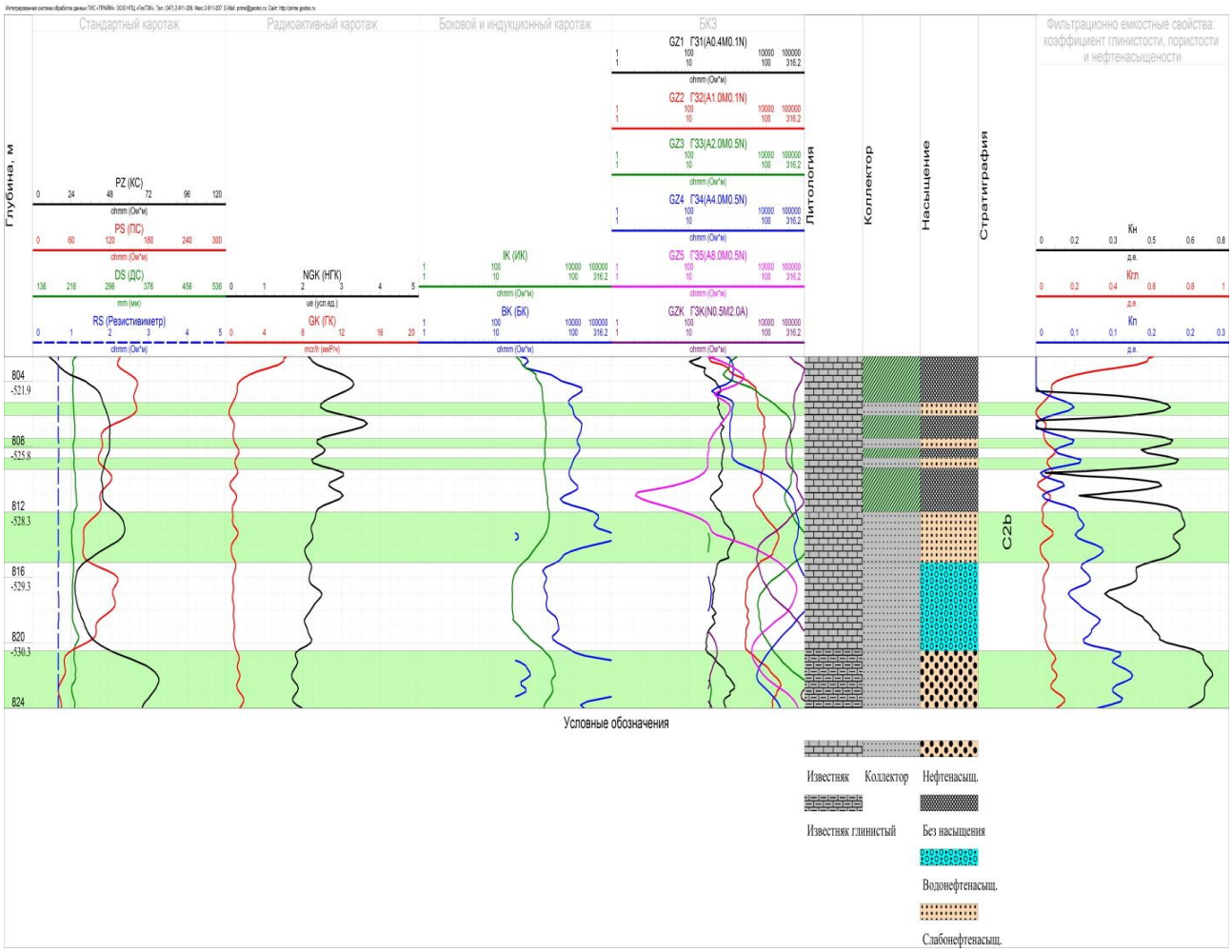



Рис. 4. Схема сопоставления комплекса методов ГИС по скважине №4

С целью прослеживания изменения коллекторских свойств и литологии по профилю автором были построены геолого-геофизические схемы по двум профилям (рис. 5).

Линия профиля I-I направлена с запада на восток, линия профиля II-II направлена с севера на юг.

Для построения схем были использованы данные ГК, НГК, КС, ПС.

Рассмотрим схемы по профилям.

Профиля выбраны таким образом что линия профиля проходит через горизонтальную скважину №3, для того чтобы проследить изменения ФЕ параметров и литологии пласта по горизонтали.

Линия профиля I – I начинается на купольном участке (абсолютная отметка -506 м), затем проходит через зону понижения структуры (абсолютная отметка -524 м), затем снова идет на повышение (абсолютная отметка -513 м).

Линия профиля II – II также берет свое начало на возвышенном участке (абсолютная отметка -511 м), проходит по участку понижения (абсолютная отметка -524 м) и снова идет на повышение (абсолютная отметка -506 м).

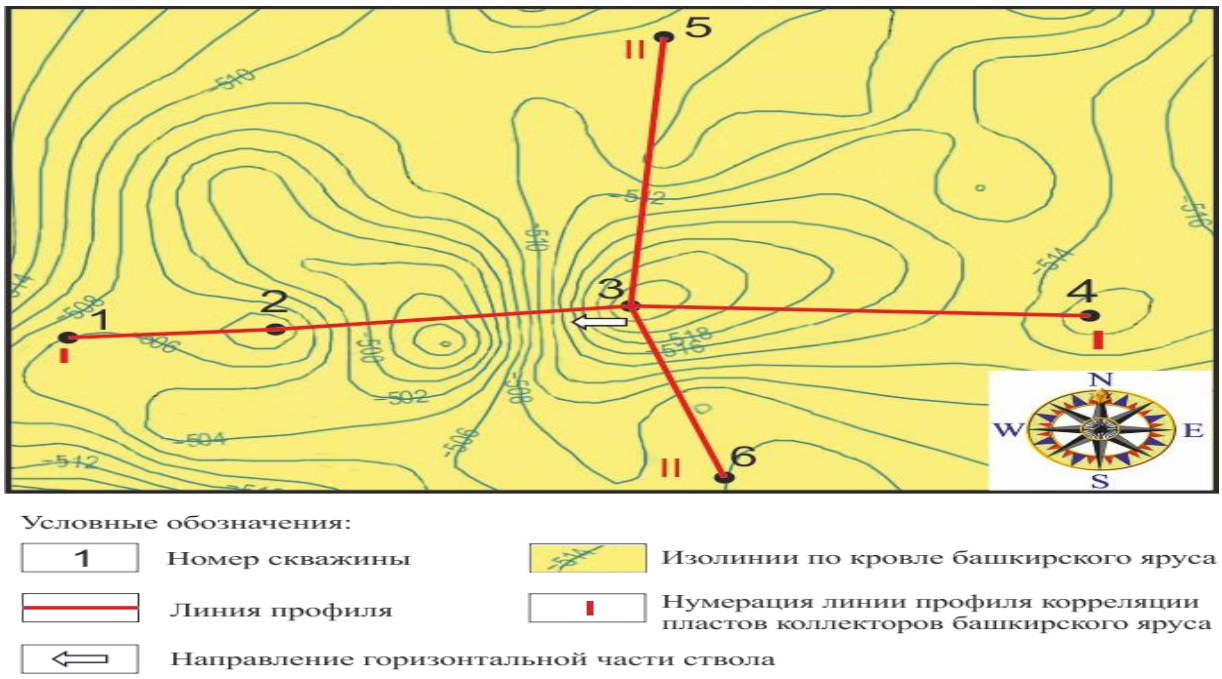



Рис. 5. Структурная карта по кровле башкирского яруса (по материалам ОАО «Татнефть», НГДУ «Лениногорскнефть» - карта разработки залежи №302 башкирский ярус, структурная карта по кровле башкирского яруса)

Мощность первого продуктивного пласта достигает 4,5 м. Наилучшие показания в скважине №1 Кн – 90%, наихудшие скважина – №4 Кн – 58% (рис. 6).

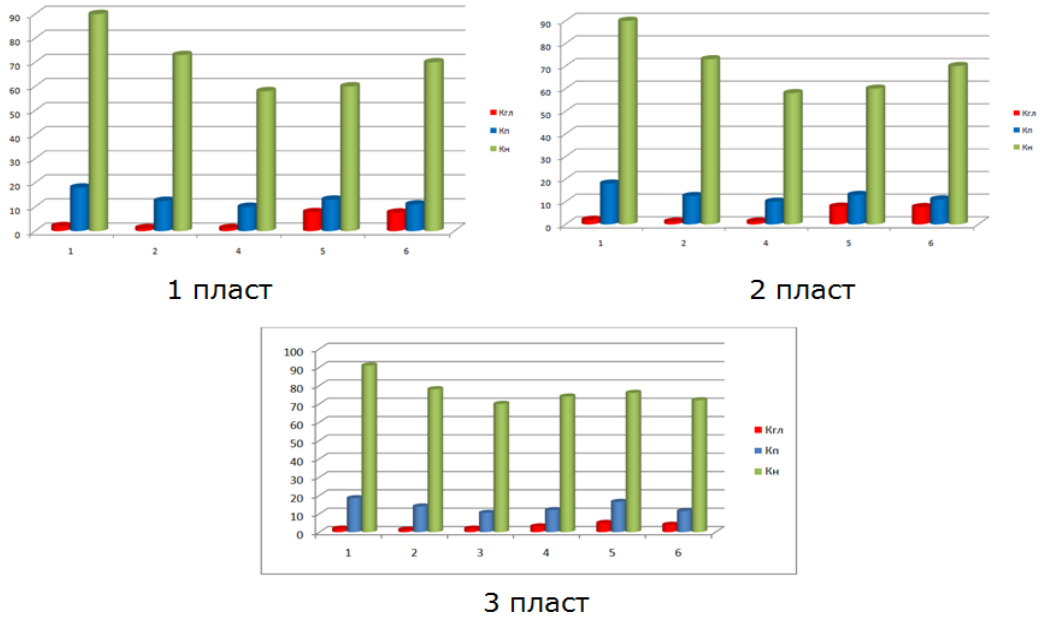



Рис. 6. Гистограмма изменения Кп (%), Кгл (%) и Кн (%) пласта $C_{2b}$.

Мощность 2 продуктивного пласта достигает до 3,5 м. Наилучшие показания, также как и в первом случае в скважине №1 Кн – 87%, наихудшие скважина №4 Кн – 58% (рис. 6).

Более подробно рассмотрим продуктивный пласт номер 3.

Пласт имеет наилучшие ФЕ параметры.

Кн достигает до 91%. В данный продуктивный пласт пробурена горизонтальная скважина №3. Горизонтальная часть ствола пробурена в западном направлении, это связано с увеличением мощности пласта в данном направлении (до 7,6 м) и высокой нефтенасыщенностью пласта (в среднем 75%). Данные ГИС по 3 скважине доказывают что карбонатные отложения являются неоднородными не только по вертикали но и по горизонтали. На каротажных кривых наблюдается чередование плотных, а также загленизированных известняков с пористыми известняками. Проанализировав данные ГИС по соседним скважинам можно согласиться с правильным выбором направления горизонтальной части ствола скважины. Так как отчетливо прослеживается увеличение мощности пласта и повышение Кп и Кн.

По исследованным данным можно сделать вывод что при увеличении Кп увеличивается и Кн.

**Заключение**

Рассмотренный комплекс не позволяет при интерпретации учитывать вторичную пористость, а это важный показатель который существенно влияет на рассчитанные фильтрационно-емкостные характеристики. Следовательно, данный комплекс необходимо дополнить акустическим каротажом, который позволяет это определить. Для исследования горизонтальных скважин рекомендуется дополнять прибор АМК ГОРИЗОНТ модулем ВАК, так же для определения вторичной пористости. Так же рекомендуется проводить ядерно-магнитный каротаж. Метод ЯМК позволяет выделять продуктивные коллектора и оценивать значения коэффициента эффективной пористости независимо от структуры порового пространства (межгранулярные, трещинные, кавернозно-порово-трещинные и т.д.), в связи, с чем является перспективным для исследования карбонатных коллекторов разных типов.

***Библиографический список***


1. *Алгоритмы определения параметров продуктивных пластов на месторождениях РТ. Стандарт АО «Татнефть», ТатНИПИнефть, АО «Татнефтегеофизика», Бугульма, Альметьевск, 1988.*
2. *Копылов И.С., Козлов С.В. Неотектоническая модель нафтидогенеза и минерагеническая роль геодинамических активных зон // Вестник Пермского университета. Геология. 2014. № 1 (22). С. 78-88.*
3. *Косарев В.Е. Основы интерпретации ГИС. Казанский государственный университет. 2009.*
4. *Муслимов Р.Х., Шавалиев А.М., Хисамов Р.Б., Юсупов И.Г. Геология, разработка и эксплуатация Ромашкинского нефтяного месторождения. Москва: ВНИИОЭНГ, 1995.*
5. *Отчет о работах Куакбашской сейсморазведочной партии 3/01-1 в Лениногорском районе РТ и Клявлинском районе Самарской области», Книга 1, Бугульма, 2003.*
6. *Отчет по месторождениям ТатНИПИнефть.*

УДК 553.98

**Ю.Ю. Калашникова**
Пермский государственный национальный
исследовательский университет

# ТЕКТОНИЧЕСКИЕ И ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСНОСТИ ЮРУБЧЕНО-ТОХОМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*В данной статье проведен анализ литологических и тектонических критериев нефтегазоносности Юрубчено-Тохомского месторождения.*

*Ключевые слова: глинисто-карбонатные прослои, трещинно-карбонатные отложения, Юрубчено-Тохомское нефтегазовое месторождение, Байкитская антеклиза.*

**J.J. Kalashnikova**
Perm State University

# TECTONIC AND LITHOLOGICAL CRITERIA OF PROSPECTS FOR OIL AND GAS YURUBCHENO-TOKHOMSKOYE FIELD

*In given article was carry out an analysis of lithology and tectonic criterions of oil-foulness Yurubcheno-Tokhom deposit.*

*Keywords: clay-carbonate interlayers, fractured carbonate sediment, Yurubcheno-Tokhom deposit, Baikit anteclise.*

## Введение

Разработка и открытие новых месторождений и залежей на территории Восточной Сибири являются одной из приоритетных задач изучения недр и воспроизводства минерального сырья России. Одним из крупнейших нефтегазоносных районов, имеющим стратегическое топливно-энергетическое значение, является Байкитская антеклиза, где находится крупнейшее нефтегазоконденсатное месторождение – Юрубчено-Тохомское. Месторождение открыто в конце семидесятых – начале восьмидесятых годов XXв. (ареал нефтегазонакопления вместе с Куюмбинским, Оморинским месторождением и другими месторождениями-сателлитами составляет 60 тыс. км$^2$) [7].

Месторождение расположено в Эвенкийском районе Красноярского края, в междуречье Подкаменной Тунгуски и Ангары, в 280 км к юго-западу от п. Тура.

В геологическом отношении территория расположена в юго-западной части Сибирской платформы, занимает площадь ее крупной надпорядковой структуры – Байкитской антеклизы. Она относится к хозяйственно слабо освоенным районам, с малой населенностью, почти полным отсутствие инфраструктуры, характеризуется горно-таежным ландшафтом, сложными

© . . Ка а никова, 2016

геолого-гидрогеологическими условиями и общей труднодоступностью для исследований (рис. 1) [6].

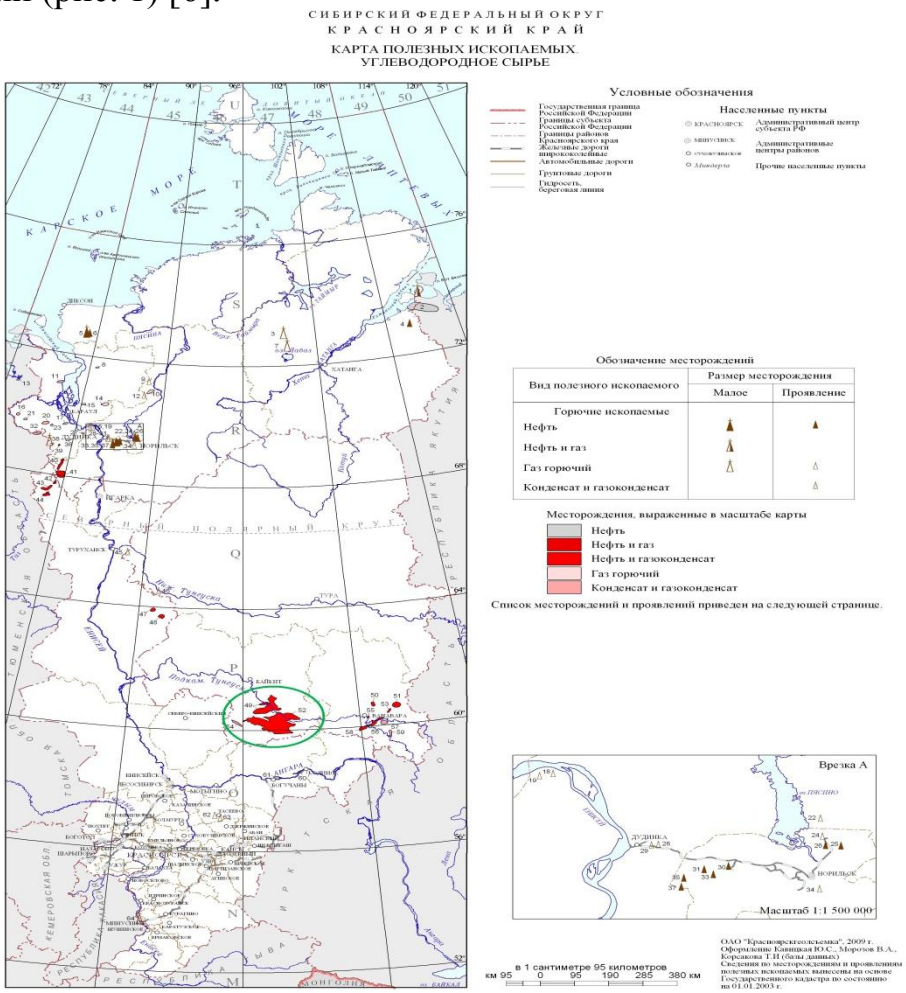



Рис.1. Карта полезных ископаемых Красноярского края с выделенной территорией исследования, включающей: Юрубчено-Тохомское (52), Куюмбинское (49) и Оморинское (54) месторождения

На существующих картах нефтегазогеологического районирования Юрубчено-Тохомское месторождение находится в пределах Байкитской нефтегазоносной области Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции (рис.2) и является уникальным объектом для теории и практики поисков, разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений. Долгое время считалось, что отложения докембрия малоперспективны для поисков нефти и газа. В 1960 г. академик А.А. Трофимук [19] предположил, что докембрийские комплексы Сибирской платформы могут содержать нефть и газ.

Промышленная нефтегазоносность венда была доказана нефтегазопоисковыми работами 1970–1980 гг. В пределах Куюмбинско-Юрубчено-Тохомский ареала нефтегазонакопления вендские комплексы оказались продуктивными на Оморинском газоконденсатном и Юрубчено-Тохомском нефтегазоконденсатном месторождениях.

**Тектоника и неотектоника территории**

Современное представление о тектоническом строении рассматриваемой территории вследствие неравномерной ее изученности геолого-геофизическими

методами, противоречивости их друг другу, несмотря на значительное число научных и тематических работ, до сих пор остается во многом неоднозначным, особенно по нижним уровням.

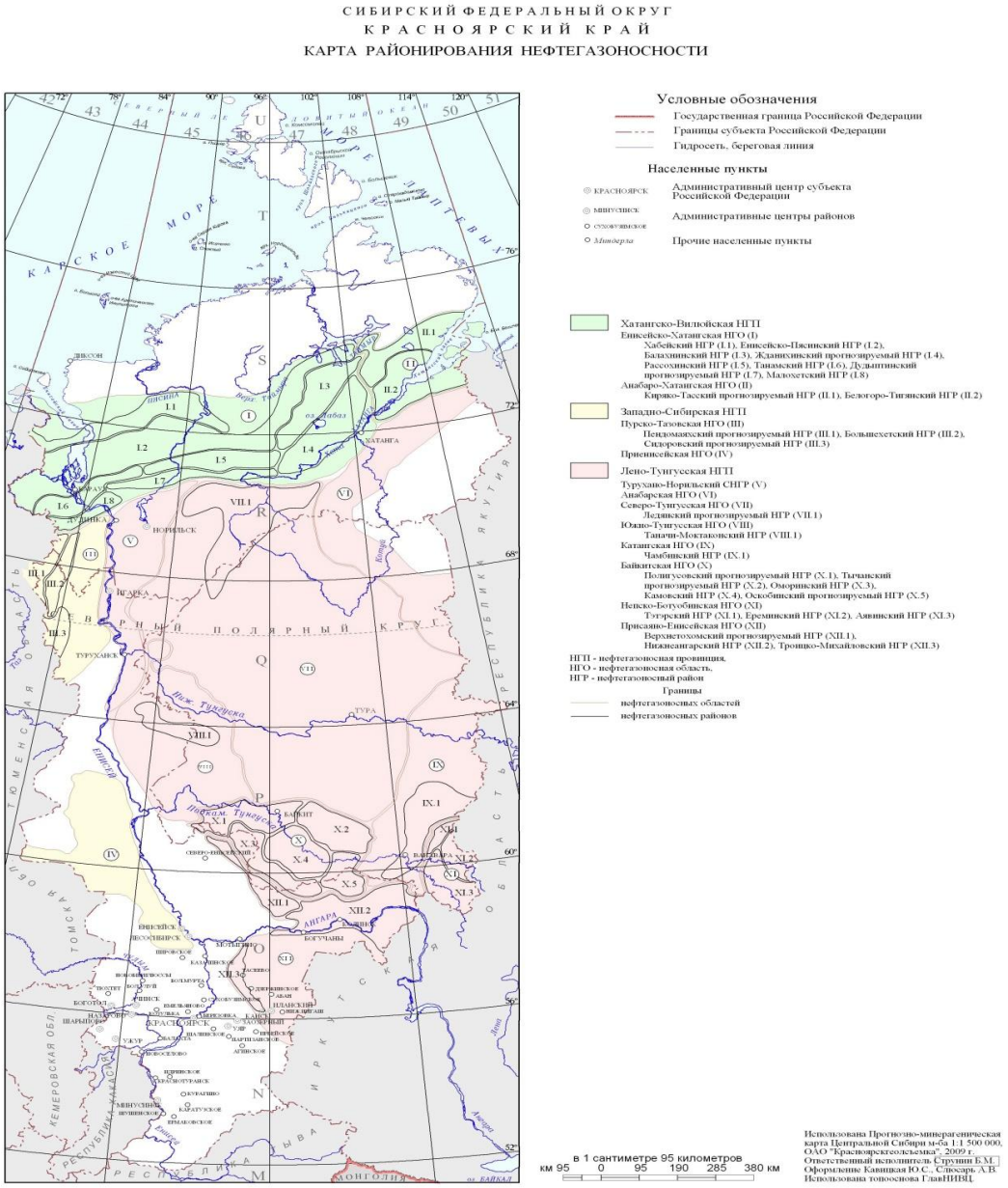



Рис.2. Карта нефтегазового районирования Красноярского края

Байкитская антеклиза представляет собой крупную надпорядковую положительную структуру на западе Сибирской платформы, четко выраженную по поверхности фундамента и перекрывающим его рифей-венд-нижнекембрийским горизонтам осадочного чехла. В принятых в настоящей работе контурах, Байкитская антеклиза простирается в северо-западном направлении на 500-540 км при ширине до 360 км в центральной части (в контурах сейсмического отражающего горизонта «Б» – кровли собинской свиты венда). При этом, площадь ее составляет 120 тыс. км$^2$ (рис.3).

Она имеет общие границы на севере, северо-западе и северо-востоке с Курейской (Тунгусской) синеклизой, на юге – с Присаяно-Енисейской синеклизой, на западе и юго-западе – с Енисейским кряжем, на востоке сочленяется через Катангский мегавыступ с Непско-Ботуобинской антеклизой.

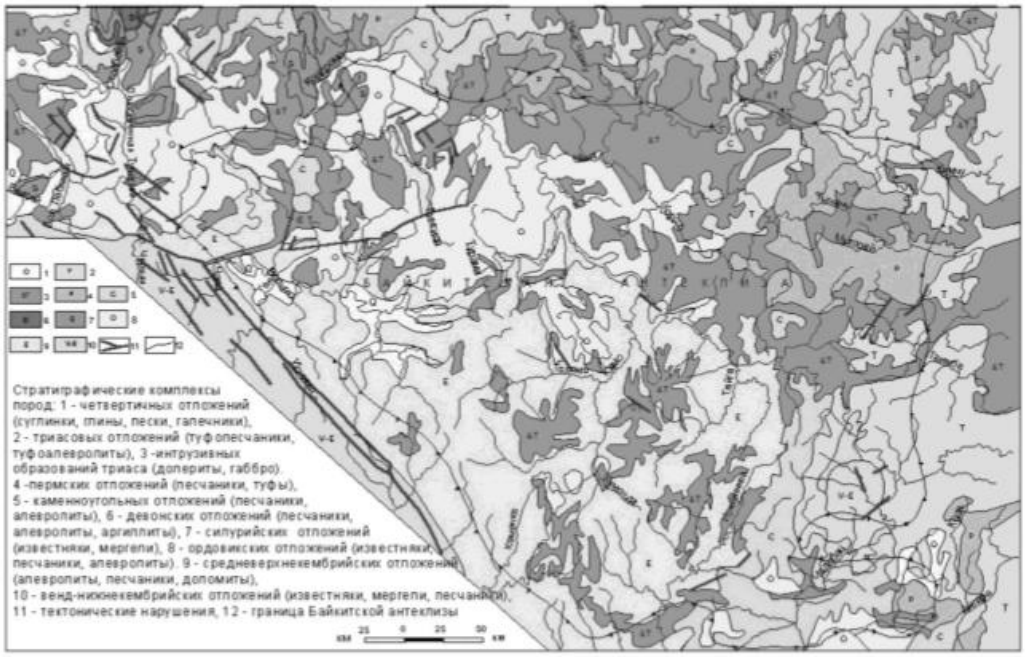



Рис.3. Геологическое строение Байкитской антеклизы [6]

Фундамент Байкитской антеклизы является сложным гетерогенным складчатым сооружением архейско-протерозойского возраста, сформировавшимся в результате многостадийной истории тектонического развития. Окончательная консолидация фундамента наступила к концу среднего протерозоя. В последующие эпохи тектоническая активность фундамента проявляется в основном в интенсивных блоковых движениях, которые и предопределили его исключительно сложную картину современной складчато-глыбовой структуры [2]. По данным региональной сейсморазведки и бурения, глубина залегания его изменяется от 3 до 5,5 км, уменьшаясь в пределах отдельных блоковых поднятий до 2 км. В строении осадочного чехла выделяется два структурно-тектонического этажа – рифейский и венднижнепалеозойский. Строение рифейского этажа изучено слабо. В целом, он представляет собой систему грабенов, горстов, блоков, реже структур облекания выступов и впадин в фундаменте при больших изменениях мощности самой толщи. Строение отложений венднижнепалеозойского этажа предсказывается более уверенно [1, 5, 6].

Особенно важна роль крупных региональных (глубинных) разломов, определяющих многие важные черты геологического строения, металлогении, нефтегазонакопления, гидрогеологических, геокриологических, геохимических, геоэкологических особенностей [8-11].

Территория Байкитской антеклизы в неотектоническом плане соответствует Байкитскому крупному приподнятому блоку с амплитудами

неотектонических поднятий в основном 500-600 м. За начало неотектонического этапа на Сибирской платформе принята граница палеогенового и неогенового времени. Основная тектоническая активизация, в целом началась на границе олигоценового и неогенового времени, затем резко усилилась в конце миоцена и неоднократно усиливалась в плиоцен-четвертичное время. В строении земной коры выделяются два основных геодинамических элемента – относительно монолитные геоблоки со стабильным неотектоническим режимом и геодинамические активные зоны со значительно более высокой мобильностью неотектонических движений. Отличительной особенностью этого региона является довольно высокая плотность разрывных нарушений, которая являются результатом проявления новейшей и современной тектоники. Неотектонические движения носят преимущественно глыбовый характер. Большинство более или менее крупных положительных структур чехла платформы, отличающиеся высокой степенью активизации в неоген-четвертичное время, вероятно, приурочены к приподнятым унаследованным блокам. Байкитский блок является унаследованной с рифейско-палеозойского времени структурой и имеет сравнительно хорошее совпадение, как по своим контурам, так и по расположению с Байкитской антеклизой. Камовский свод также хорошо выражен в неотектоническом плане [6].

**Геологическое и литологическое строение месторождения**

Залежи Юрубчено-Тохомской зоны нефтегазонакопления, включающей три месторождения, распространены на различной глубине и отличаются существенной неравномерностью продуктивности, особенно резко проявившейся в северной и южной залежах Куюмбинского месторождения. Толщина нефтенасыщенного интервала северной, западной и восточной части достигает 172 метра, а южной залежи не превышает 70 м. Ограничения по продуктивности залежей на севере, западе и востоке не установлены, что говорит нам о хорошей флюидоотдаче пластов залежей, что в совокупности с большой толщиной нефтенасыщенного интервала северной залежи месторождение вызывает большой интерес в исследовании и разработке [17].

В геологическом строении Юрубчено-Тохомского месторождения выделяются два структурных этажа (рис. 4).

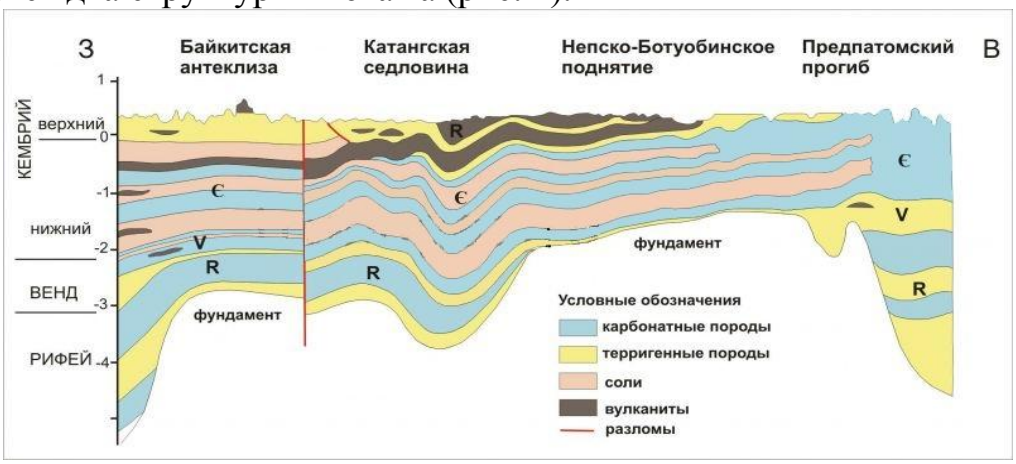



Рис. 4. Разрез осадочных отложений южной части Сибирской платформы [21]

Нижний этаж образован глубокометаморфизованными архей-протерозойскими породами фундамента. Верхний этаж сложен карбонатно-терригенными отложениями осадочного чехла Сибирской платформы, несогласно залегающими на выветрелой поверхности кристаллического фундамента. Верхний структурный этаж, в свою очередь, разделен на два комплекса: рифейский, имеющий блоковое строение, и пологозалегающий вендско-фанерозойский.

Сводный разрез осадочных отложений рифея Юрубчено-Тохомской зоны подразделяется на 12 свит: зелендуконскую, вэдрэшевскую, мадринскую, юрубченскую, долготинскую, куюмбинскую, копчерскую, юктенскую, рассолкинскую, вингольдинскую, токурскую и ирэмэкэнскую. Литологический состав свит, представлен чередованием песчаников, аргиллитов, глинистых доломитов, мергелей и доломитов. Песчаники присутствуют, главным образом, в составе зелендуконской, вэдрэшевской, мадринской свит. В вышележащей части разреза преобладают карбонатные породы.

Вендские отложения с размывом залегают на поверхности рифейских пород. В их строении участвуют четыре свиты: терригенная ванаварская и преимущественно карбонатные оскобинская, катангская и собинская. Кембрийские отложения Байкитской антеклизы, как и в пределах всей Сибирской платформы, представлены мощной карбонатно-галлогенной толщей, состоящей из чередования пластов доломитов, доломит-ангидритов и каменной соли (рис. 5).Наличие солей и их отличные экранирующие свойства создают идеальные условия для процессов нефтегазонакопления.

Нефтегазоносность Байкитской нефтегазоносной области связана с эродированной поверхностью рифейских карбонатных отложений (рис. 4). Продуктивны трещинные карбонаты семи толщ – юрубченской, долгоктинской, куюмбинской, юктенской, рассолкинской, вингольдинской, ирэмэкэнской. Доказана промышленная нефтегазоносность терригенно-карбонатных отложений венда (оскобинская свита и пр.).

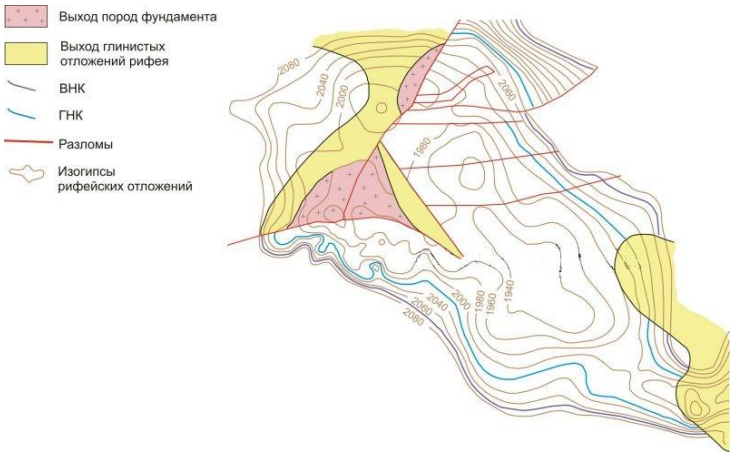



Рис. 5. Структурная карта Юрубчено-Тохомского месторождения [21]

Месторождение является сложно построенным – распространение залежей ограничено выходами на эрозионную поверхность глинистых отложений вэдрэшевской, мадринской и токурской толщ, а также пород кристаллического фундамента. В ряде случаев границы залежей образованы разломами.

Залежи массивные, пластовые, экранированы глинисто-карбонатными породами вендско-кембрийского возраста. Водонефтяной контакт (ВНК) находится на отметке 2070 м, газонефтяной контакт (ГНК) – на отметке 2020 м. Глинистые прослои обеспечивают смещение ГНК и ВНК на 10–20 м. Суммарная мощность газоконденсатной и нефтяной частей залежи составляет 45 м. Нефтегазовые залежи расположены непосредственно под поверхностью регионального несогласия, разделяющего рифейские и вендские образования.

Плотность нефти составляет 0,850 г/см3 или 34° API. Содержание серы составляет 0,2 %. Содержание парафина составляет 1 %. Иными словами - легкая, малосернистая нефть (SiberianLight).

Согласно данным ОАО "Восточно-Сибирская нефтегазовая компания", дочерней компании ОАО "НК "Роснефть", извлекаемые запасы Юрубчено-Тохомского месторождения составляют по категории $C_1$ – 64,5 млн. тонн нефти, $C_2$ – 172,9 млн. тонн, газа ($C_1$+$C_2$) – 387,3 млрд. $м^3$. Текущие извлекаемые запасы нефти Юрубчено-Тохомского месторождения категории $АВС_1$+$C_2$ (включая Юрубченскую залежь) составляют более 365 млн. т [17-19].

**Заключение**

На основе комплексного анализа данных, можно сделать вывод, что данная территория изучена довольно хорошо, но целесообразно провести более детальное, всестороннее изучение рифейских резервуаров, а также глубинную структуру района, что будет вероятно представлять наибольший практический интерес. Исходя из комплекса геологических предпосылок предлагается расширить область исследования и вести поиски в южном (верховье р.Камо) и северо-западном направлении (бассейн р. Енгида).

***Библиографический список***

*1. Бурмин В.И., Копылов И.С., Попов Г.И. и др. Результаты структурно-поисковых работ в юго-западной части Сибирской платформы / Отчет Северной геолого-поисковой партии по структурно-поисковым работам на Камовской площади в 1987-1989 гг.). Красноярск, 1989. 393 с.*

*2. Геология нефти и газа Сибирской платформы / А.С. Анциферов, В.Е. Бакин, И.П. Варламов и др. М., Недра, 1981. 552 с.*

*3. Геологическое строение и условия формирования гигантской Юрубчено-Тохомской зоны нефтегазонакопления в верхнем протерозое Сибирской платформы / А.Э. Конторович, А.Н. Изосимова, А.А. Конторович и др. // Геология и геофизика. 1996. Т. 7. № 8.*

*4. Горная энциклопедия. Под ред. Е. А. Козловского. М.: Советская энциклопедия. 1991.*

*5. Копылов И.С. Влияние геодинамики и техногенеза на геоэкологические и инженерно-геологические процессы в районах нефтегазовых месторождений Восточной Сибири. Современные проблемы науки и образования. 2012. № 3.*

*6. Копылов И.С. Геоэкология нефтегазоносных районов юго-запада Сибирской платформы. Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т., 2013. 166 с.*

*7. Копылов И.С. Научно-методические основы геоэкологических исследований нефтегазоносных регионов и оценки геологической безопасности городов и объектов с применением дистанционных методов / автореферат дис. ... доктора геолого-минералогических наук. Пермь, 2014. 48 с.*

*8. Копылов И.С. Анализ результатов и перспективы нефтегазопоисковых аэрокосмогеологических исследований Пермского Приуралья // Вестник Пермского университета. Геология. 2015. №4 (29). 70-81.*

*9. Копылов И.С., Козлов С.В. Неотектоническая модель нафтидогенеза и минерагеническая роль геодинамических активных зон // Вестник Пермского университета. Геология. 2014. № 1 (22). С. 78-88.*

*10. Копылов И.С., Ликутов Е.Ю. Структурно-геоморфологический, гидрогеологический и геохимический анализ для изучения и оценки геодинамической активности // Фундаментальные исследования. 2012. № 9-3. С. 602-606.*

*11. Ликутов Е.Ю., Копылов И.С. Комплексирование методов изучения и оценки геодинамической активности // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2013. №4. С. 125-133.*

*12. Славкин В.С., Зиньковский В.Е., Соколова Н.Е., Давыдова Е.А. Геологическая модель рифейского резервуара Куюмбинского месторождения // Геология нефти и газа. 1999. № 11-12. С. 13–21.*

*13. Славкин В.С., Бакун Н.Н., Копилевич Е.А., Соколов Е.П. Емкостная модель рифейского резервуара Юрубчено-Тохомской зоны (Восточная Сибирь) // Геология нефти и газа, 1994. № 8. С. 35–40.*

*14. Славкин В.С., Бакун Н.Н., Копилевич Е.А., Соколов Е.П. Новая модель геологического строения Юрубчено-Тохомской зоны // Геология нефти и газа, 1994. № 4. С. 9–16.*

*15. Соколов Б.А., Егоров Е.А. Рифейские рифты – генераторы нефти // Природа, 1989. № 6. С. 73-78.*

*16. Справочник по стратиграфии нефтегазоносных провинций СССР. Под ред. Н.В. Безносова и др., М.: Недра, 1987. 336 с.*

*17. Техническая библиотека // Месторождения / Юрубчено-Тохомское месторождение и зона нефтегазонакопления (ЮТЗ) / http://neftegaz.ru/tech_library/view/4215.*

*18. Трофимук А.А. Куюмбо-Юрубчено-Тайгинское газонефтяное месторождение – супергигант Красноярского края. Основы технико-экономического обоснования разработки. Новосибирск, 1992. 60 с.*

*19. Трофимук А.А. Нефтегазоносность Сибирской платформы // Геология и геофизика, 1960. № 7. С. 3-11.*

*20. Формирование месторождений нефти и газа, связанных с зонами перерывов в осадконакоплении / И.М. Шахновский, О.Ю. Копылова (ИПНГ РАН).*

*21. Электронный журнал / Нефтегазоконденсатные месторождения / Юрубчено-Тохомское месторождение / http://www.trubagaz.ru/gkm/jurubcheno-tokhomskoe-neftegazokondensatnoe-mestorozhdenie.*

*22. Petroleum Geology and Resources of the Baykit High Province, East Siberia, Russia, Gregory F., Ulminshek/http: //geology.cr.usgs.gov /pub/bulletins/b2201-f.*

УДК 553.98

**Т.П. Крашенинникова**
ООО «БОЗНА», г. Бугульма, Республика Татарстан, Россия

# ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЗАЛЕЖИ НЕФТИ НИЖНЕКАМЕННОУГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНО – НАЛИМОВСКОГО ПОДНЯТИЯ ПЕТРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАТЕГОРИЙНОСТИ ЗАПАСОВ НЕФТИ

Данная статья посвящена вопросу изучения геологического строения Южно-Налимовского поднятия и повышения категорийности запасов на примере Петровского месторождения нефти. Приведены основные методы изучения месторождений. Проведен подсчет запасов нефти.

Ключевые слова: геологическое строение, турнейский ярус, доразведка, бурение скважин, подсчет запасов, Петровское нефтяное месторождение, Татарстан.

**T.P. Krasheninnikova**
ООО «BOZNA», Bugulma, Republic of Tatarstan, Russia

# STUDY OF PECULIARITIES OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF OIL DEPOSITS OF LOWER CARBONIFEROUS DEPOSITS IN THE SOUTH OF PETROVSKYDEPOSITS AND THE DEVELOPMENT OF MEASURES TO IMPROVE CLASSIFICATION OF OIL RESERVES

*This article is devoted to the study of the geological structure of Petrovsky deposits and improve the categorization of reserves at South Nalimovskyraising. The author reveals the main methods of study fields, gives the example of the processing and use of available materials.On the basis of the analysis of data is a calculation of oil reserves of the South Nalimovsky raising.*

*Keyword: geology aspects, tournai stage, supplementary exploration, well-drilling, active oil calculations, Petrovsky oil deposit, Tatarstan.*

## Введение

Актуальность данной работы заключается в том, что изучение геологического строения и доразведка уже открытых и эксплуатируемых залежей нефти, способствует повышению сырьевой базы и категорийности запасов.

Целью работы является изучение особенностей геологического строения Петровского месторождения нефти, его геолого-геофизических характеристик, нефтеносности, также изучение особенностей геологического строения продуктивного турнейского яруса с целью разработки мероприятий по повышению категорийности запасов нефти.

В административном плане месторождение расположено в 10 км к югу – востоку от города Заинск на землях Заинского района РТ (Республики

© .П. Кра енинникова, 2016

Татарстан). Петровское месторождение открыто в 1993 году. В разработке с 1995 года. Фонд скважин составляет 126 (рис. 1) [6].

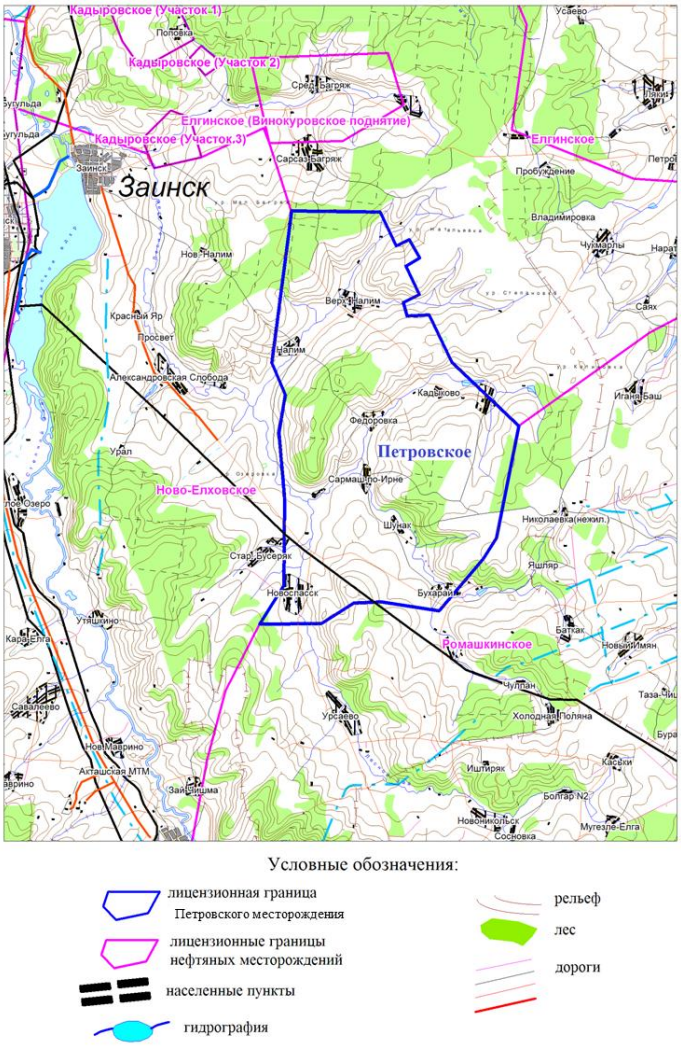



Рис. 1. Обзорная карта Петровского месторождения (масштаб 1:200000) [6]

В тектоническом отношении северная часть Петровского месторождения приурочена к Бастрыкско-Суксинскому блоку северного склона Южно-Татарского свода (ЮТС), а его южная часть – к северному окончанию Миннибаевско-Алькеевского блока, являющегося одним из основных структурных элементов купольной части ЮТС. Обе структуры фундамента имеют субмеридиональное простирание и ограничены с запада Алтунино-Шунакским, а с востока – Миннибаевским и Елгинским грабенообразными прогибами. Поверхность фундамента моноклинально-ступенчато погружается в северо-северо-восточном направлении [8]. Район характеризуется повышенной геодинамической активностью, выраженной в повышенной плотности тектонических линеаментов и расчлененности рельефа [2, 3].

Разрез Петровского месторождения сложен толщей осадочных пород девонского, каменноугольного, пермского, неогенового и четвертичного возраста терригенно-карбонатного состава, залегающей на поверхности докембрийского кристаллического фундамента. Общая толщина осадочного чехла составляет от 1700 до 1870 м.

С точки зрения нефтегазогеологического районирования территория Петровского месторождения приурочена к Тлянчи-Тамакско-Мензелинской, а в южной части – к Альметьевской нефтегазоносным зонам, входящей в состав Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Залежи нефти приурочены к структурам III порядка [5].

На площади Петровского месторождения по материалам глубокого поисково-разведочного (72 скважин) и эксплуатационного (54 скважины) бурения установлено 43 залежи нефти. Семь залежей выявлено в терригенных отложениях бобриковского горизонта, пять залежей - в карбонатных отложениях турнейского яруса нижнего отдела каменноугольной системы; одна залежь - в карбонатных заволжских отложениях; три - в речицко-семилукских отложениях, 11 залежей выявлено в тиманских (кыновских) (пласт $Д_0$) и 16 залежей в пашийских (пласты $Д_1$-а, $Д_1$-б, $Д_1$-в) терригенных верхнедевонских отложениях [4].

Объектом изучения является турнейский ярус. Отложения турнейского яруса представлены 5ю залежами нефти, но особое внимание было уделено залежи, приуроченной к Южно – Налимовскому поднятию (II) , так как она менее изучена (рис. 2).

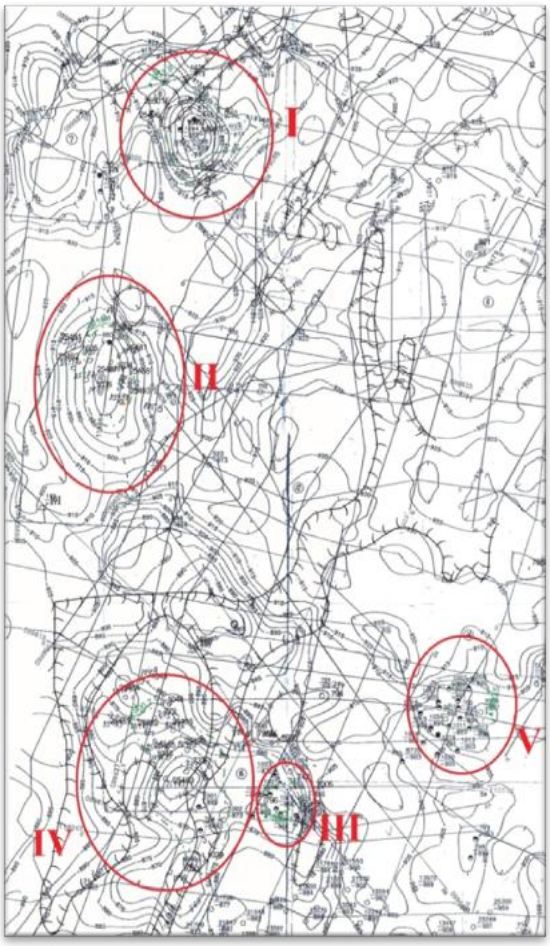



Рис. 2. Фрагмент структурной карты по отражающему горизонту У (тульский горизонт) [6]

**Методика и проведение исследований**

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- проведен анализ по степени изученности турнейских отложений;
- проанализированы особенности геологического строения залежей турнейского яруса;
- изучен характер и специфика нефтеносности месторождения;
- проанализирован фонд скважин;
- проведена интерпретация геофизических данных
- обоснованы направления и объемы поисково – разведочных работ.

Для изучения геологического строения залежи автором в программном пакете Corel Draw и Surfer были построены схемы корреляций и геологические разрезы. Как видно из разрезов, залежь можно отнести по классификации Брода к массивному типу (рис. 3), по генезису относится к структуре седиментационного типа, что связано с неравномерным уплотнением карбонатов турнейского яруса. Посмотрев на структурную карту (рис. 4), можно сказать, что поднятие имеет неправильную брахиантиклинальную форму, вытянутую в субмеридиональном направлении.

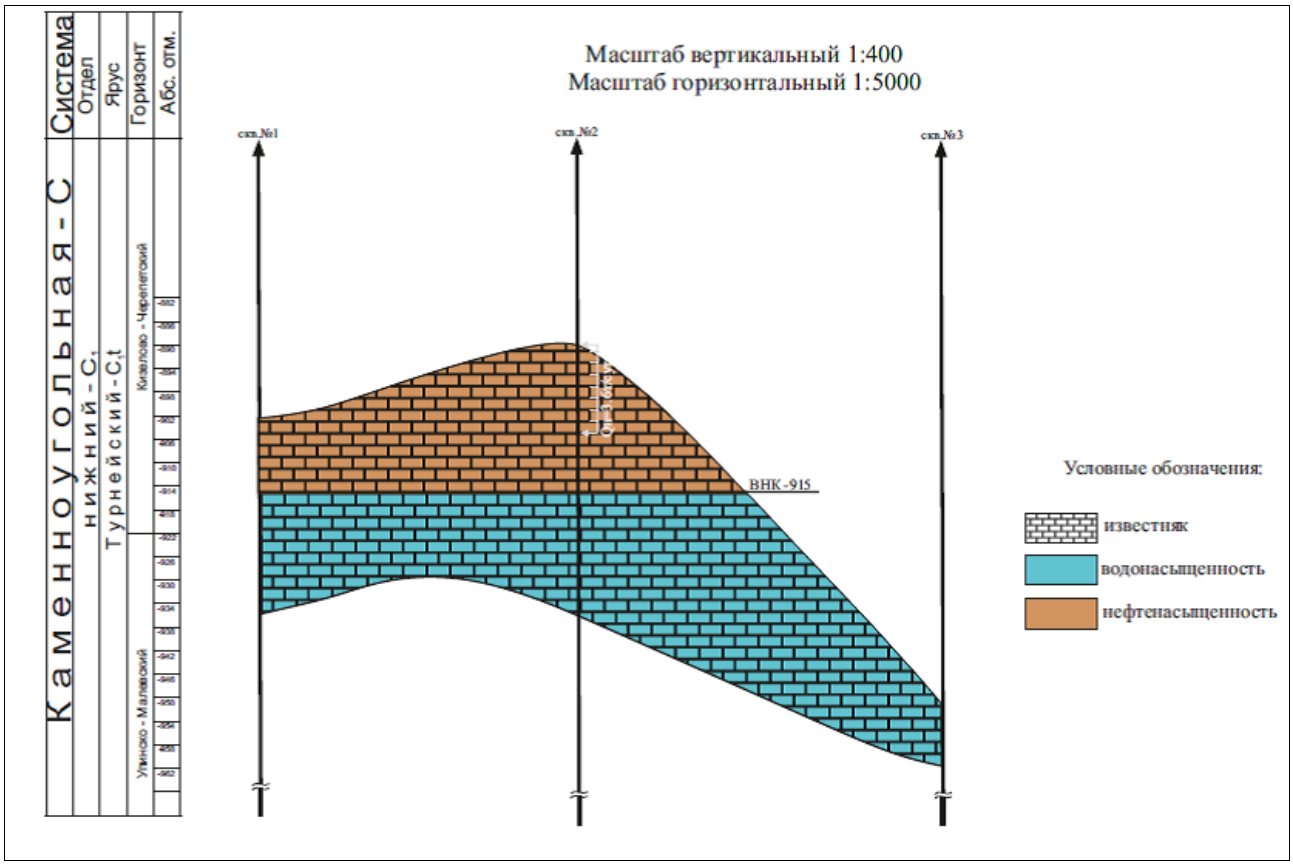



Рис. 3. Геологический профиль по линии скважин 1-2-3

В составе турнейского яруса установлено 4 горизонта: малевский и упинский, слагающиенижнетурнейскийподъярус, а также черепетский и кизеловский, объединенные в верхнетурнейскийподъярус.

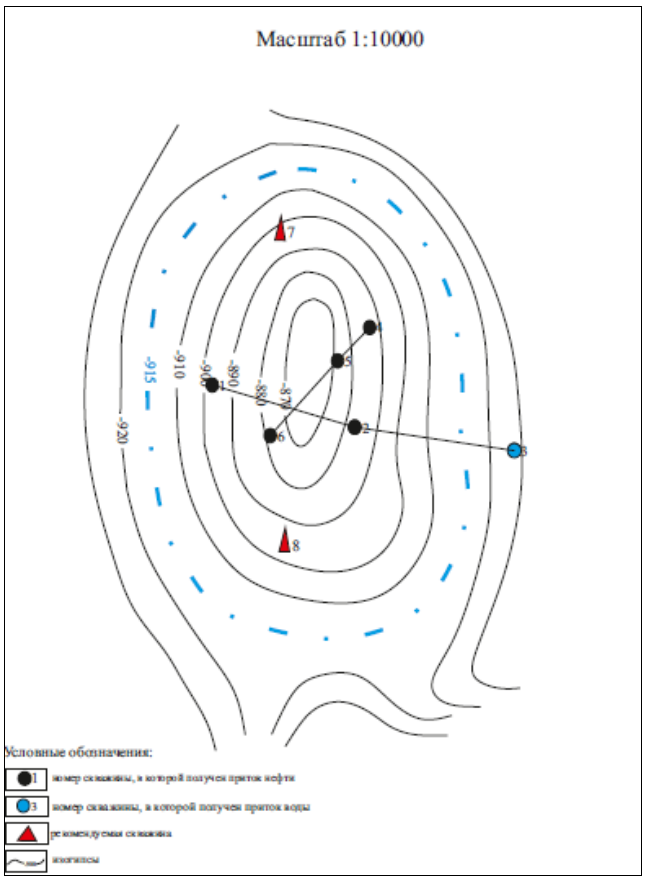



Рис. 4. Структурная карта по кровле верхнетурнейского горизонта

Отложения турнейского яруса являются регионально нефтеносными, что обусловлено наличием среди них известняков органогенной природы и перекрывающих их выдержанных по латерали флюидоупоров, представленных терригенными глинистыми породами, залегающих в основании визейского яруса.

Коллекторы турнейского яруса относятся к поровому типу. Нижние границы значений пористости и проницаемости, принятые для разделения коллектор-неколлектор, равны; Кпор.=8,5 %, Кпрон.=0,001 мкм$^2$ [7].

Общая толщина продуктивных турнейских отложений в среднем составляет 34,5 м, средняя суммарная эффективная нефтенасыщенная толщина прослоев – 18 м. По данным анализов поверхностных проб нефть турнейскогояруса относится к группе средних нефтей. По содержанию серы – 4,7% нефть является сернистой. Также частью работы явились подсчет запасов и повышение категорийности запасов нефти. Как видно из карты структуры запасов (рис. 5) северная и южная части залежи Южно – Налимовского поднятия не изучены глубоким бурением, в отличие от ее центральной части. Поэтому мною была разделена территория по категориям запасов на $C_1$ и $C_2$. Для каждой категории были подсчитаны запасы.

Подсчет запасов залежи нефти Южно – Налимовского поднятия проводился традиционным для Татарстана объемным методом по карте ихопахитнефтенасыщенных толщин, построенной в масштабе 1:10000.

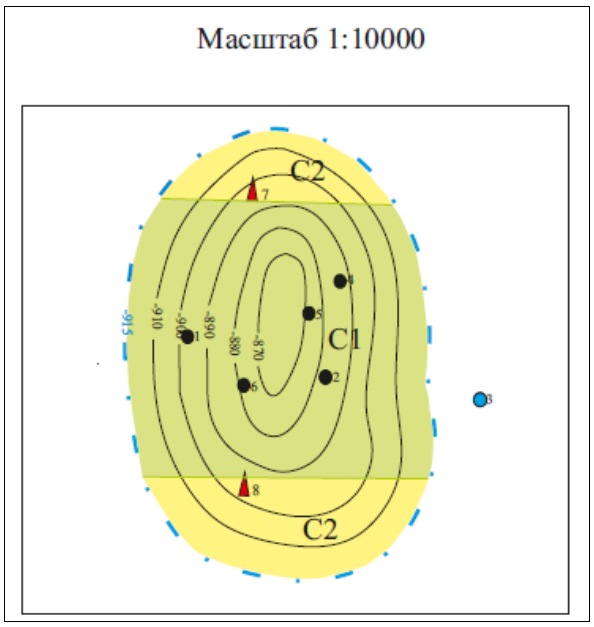


Рис. 5. Карта структуры запасов нефти

*Площадь нефтеносности (F)* контролируется структурной картой по отражающему маркирующему горизонту (ОМГ) и положением ВНК (водо-нефтяного контакта). Положение ВНК может быть установлено уже в первой скважине опробованием, гидродинамическими приборами на кабеле или геофизическими методами.

*Эффективная нефте(газо)насыщенная толщина* рассчитывается как средневзвешанная по площади.

*Коэффициенты открытой пористости $k_{п.о.}$ и нефте(газо)насыщенности $k_н$ ($k_г$)* рассчитываются по керну или ГИС (геофизическим исследованиям скважин). При расчете по керну берется среднее арифметическое из всех наблюденных значений в проницаемых интервалах пласта, а по ГИС – средневзвешенное по толщине нефте(газо)насыщенных пропластков.

*Пересчетный коэффициент θ и плотность нефти $\rho_н$в поверхностных условиях* при подсчете запасов принимаются или по данным анализа пластовых проб или по аналогии с соседними залежами [1].

Площадь нефтеносности и эффективная нефтенасыщенная толщина были рассчитаны с помощью программы CorelDraw, ВНК проведен на отметке минус 915 по подошве нижнего нефтенасыщенного пласта данным ГИС, Ко.п, Кн, плотность и пересчетный коэф-т были взяты из проектов подсчета запасов.

Запасы категории $C_1$ составляют 1537 тыс.т. Запасы категории $C_2$ составляют 810 тыс. т.

В данном случае по соотношению запасов категории $C_1$ к $C_2$ видно, что процентное соотношение запасов категории $C_1$ составляет всего 65%, а залежь считается изученной, готовой к разработке и разведанной когда доля запасов категории $C_1$ составляет не менее 80%. Таким образом, залежь является недоизученной. Поэтому необходимо продолжить изучение залежи нефти Южно-Налимовского поднятия.

Для дальнейшего изучения залежи нефти автор рекомендуется пробурить (опережающее эксплуатационное бурение) поочередно две скважины: сначала скважину №7 в северной части брахиантиклинали, а затем и скважину №8 в южной части брахиантиклинали согласно структурной карте по кровле продуктивного пласта. Также рекомендуется провести опробование скважин в продуктивных интервалах, отбор керна для изучения и уточнения ФЕС (фильтрационно-емкостных свойств), провести полный пакет ГИС, гидродинамические исследования, что позволит перевести категорию запасов $C_2$ в $C_1$.

**Заключение**

Проведен анализ геологического строения залежи нефти Южно – Налимовского поднятия, разработан комплекс мероприятий по повышению категорийности запасов нефти. Проведена оценка запасов нефти, которые будут переведены из категории $C_2$ в $C_1$. В целом по пласту запасы по промышленным категориям - увеличатся на 810 тыс.т (35%), а запасы категории $C_2$ полностью перейдут в запасы категории $C_1$. Таким образом, залежь будет достаточно изучена. Залежь Южно-Налимовского поднятия Петровского месторождения относится к массивному типу, имеет неправильную брахиантиклинальную форму, тип коллектора, слагающий нижнекаменноугольные отложения, поровый, преимущественно карбонатного состава. Перевод запасов из категории $C_2$ (810 тыс. т) в категорию запасов $C_1$ позволит считать залежь достаточно изученной.

***Библиографический список***


*1. Гутман И.С. Методы подсчета запасов нефти и газа: учебник для вузов. М.: Недра. 1985, 223 с.*

*2. Копп М.Л., Вержбицкий В.Е., Колесниченко А.А., Копылов И.С. Новейшая динамика и вероятное происхождение Тулвинской возвышенности (Пермское Приуралье). М.: Геотектоника. 2008. № 6. С.46-69.*

*3. Копылов И.С., Козлов С.В. Неотектоническая модель нафтидогенеза и минерагеническая роль геодинамических активных зон // Вестник Пермского университета. Геология. 2014. № 1 (22). С. 78-88.*

*4. Методические указания по комплексированию и этапности выполнения геофизических, гидродинамических и геохимических исследований нефтяных и нефтегазовых месторождений. РД 153-39.0-109-01. Москва, 2002.*

*5. Морозов, Е.А. Козина. Атлас пород основных нефтеносных горизонтов палеозоя Республики Татарстан. Карбонатные породы турнейского яруса нижнего карбона. Казань 2007. 201 с.*

*6. Программы разведки по десяти месторождениям ОАО «ТАТНЕФТЬ» (Ильмовском, Восточно-Макаровском, Тюгеевском, Аксаринском, Аксубаево-Мокшинском, Кутушском, Мельнинском, Бухарском, Екатериновском и Студеном) / Отв. исполнитель: В.Г. Базаревская. Бугульма, 201. 192 с.*

*7. Технико-экономическое обоснование коэффициента нефтеизвлечения Бухарского, Актанышского, Матросовского месторождений / Отв. исполнитель: И.Н. Хакимзянов. Книга 1. Бугульма, 1999. 135 с.*

*8. Хисамов Р.С. Тектоническое и нефтегеологическое районирование территории Татарстана. Казань: изд-во «Фэн» Академия наук РТ. 2006. 328 с.*

УДК 550.8

**В.В. Фетисов, Е.С. Кривощекова**
Пермский государственный национальный
исследовательский университет

# ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ОПРОБОВАНИЙ И ДАННЫХ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТЕРРИТОРИИ СИВИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Проведен гидрогеологический анализ района Сивинского нефтяного месторождения в Пермском крае. Охарактеризованы данные мониторинга водозабора. Изучены графоаналитические способы интерпретации данных опытно-фильтрационных опробований. Определены фильтрационные характеристики.*

*Ключевые слова: подземные воды, графоаналитические способы интерпретации данных, фильтрационные характеристики.*

**V.V. Fetisov, E.S. Krivoshchekova**
Perm State University

# THE INTERPRETATION OF TESTING AND DATA FOR UNDERGROUND WATERS INFLOW OF SIVA OIL DEPOSIT TERRITORY

*Hydrogeological analysis of the Sivinsky district oil field in the Perm region is held. Data of water abstraction monitoring have been characterised. Tabular-analytical ways of data interpretation of testing for underground waters inflow have been studied. Filter characteristics have been identified.*

*Keywords: underground waters, tabular-analytical ways of data interpretation of testing for underground waters inflow, filter characteristics.*

В настоящее время для определения расчетных гидрогеологических параметров, характеризующих главным образом фильтрационные свойства и водообильность горных пород, применяются различные методы, одними из ключевых которых являются откачки из скважин. Корректная интерпретация, полученная в результате откачек, имеет важное значение.

**Общая характеристика района исследований**

Сивинское месторождение нефти в административном отношении расположено в одноименном районе Пермского края. В структурно-тектоническом отношении Сивинское месторождение приурочено к северной части Верещагинского вала Верхнекамской впадины [2]. Рассматриваемая территория характеризуется развитием архейских, протерозойских, палеозойских и кайнозойских отложений.

По гидрогеологическому районированию исследуемый район находится в пределах Восточно-Русского (Камско-Вятского) бассейна пластовых вод. На

© В.В. е и ов, .С. Криво екова, 2016

исследуемой территории выделяются два основных гидрогеологических подразделения в зоне активного водообмена [1, 5-7 12]:

- водоносный горизонт четвертичных аллювиальных образований,
- водоносный горизонт уржумских отложений средней перми.

На территории Сивинского нефтяного месторождения (рис. 1) проводились откачки с помощью водозаборных скважин. Исполнителем опытных гидрогеологических работ (по откачкам в скважинах) являлся ООО «Геосервис», ответственный исполнитель работ – Э.А. Аликин [1].

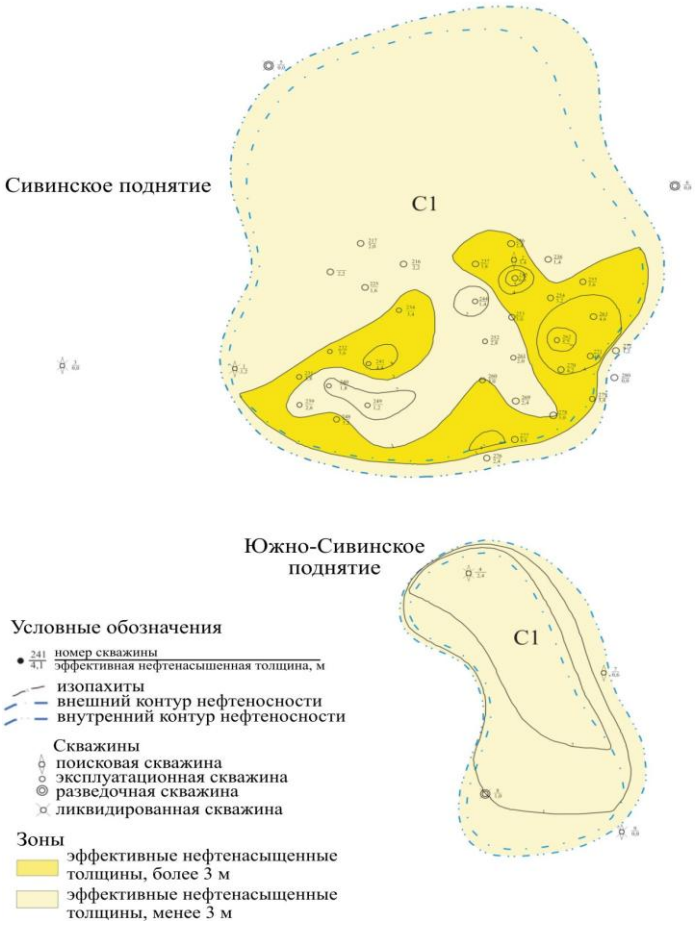



Рис. 1. Карта поднятий Сивинского нефтяного месторождения

**Методика и результаты исследований**

По материалам опытных гидрогеологических работ [2] проведен анализ данных графоаналитическим способом. Применялись методики [3, 4, 8-11].

На графиках представлена обобщенная информация по откачкам скважин за семилетний период – с 2000 по 2006 гг.

На рис. 2 приведены среднесуточные значения водоотбора (в $м^3$/сут) по годам для каждой из скважин. На рис. 3 показана величина суммарного водоотбора по годам эксплуатации.

Что касается обобщенной информации химического состава вод эксплуатируемого уржумского водоносного горизонта, то для удобства сравнения были построены графики-квадраты Дурова (рис. 4), с помощью программы *RockWorks*. В вершинах треугольников диаграммы представлены

основные ионы химического состава вод (гидрокарбонаты, сульфаты. хлориды; кальций+натрий, магний) в %-экв (процент-эквивалентной форме).

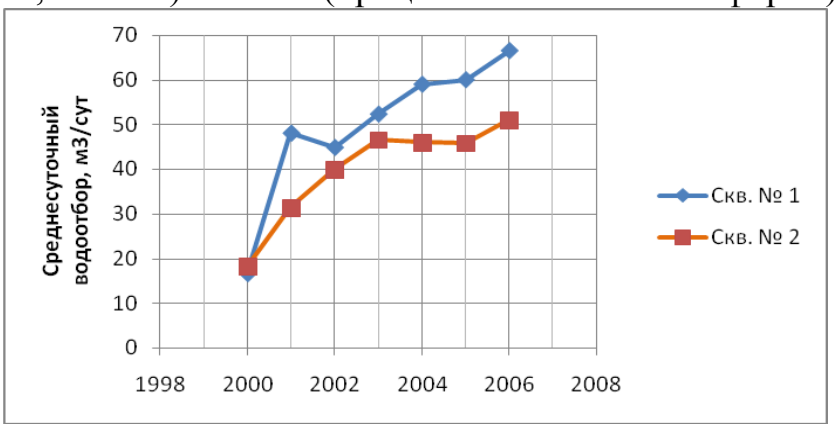



Рис. 2. График среднесуточного водоотбора

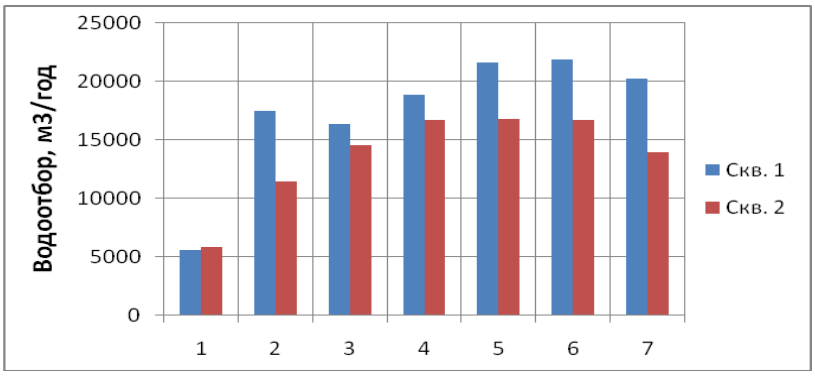



Рис. 3. График суммарного водоотбора

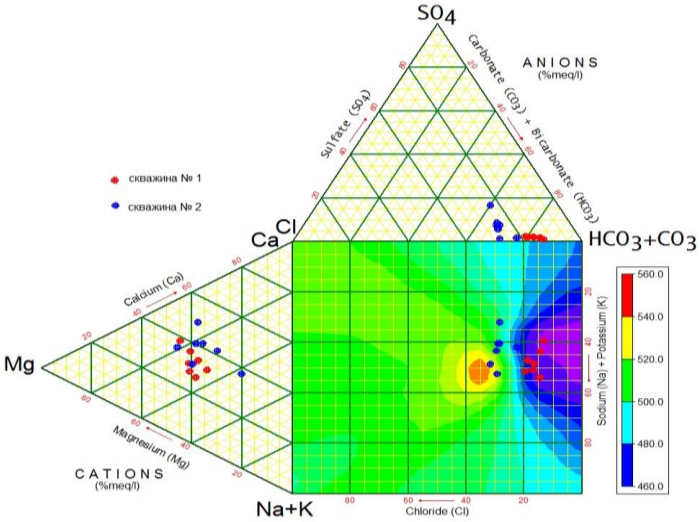



Рис. 4. Графики-квадраты Дурова

Значения, соответствующие каждому анализу воды, откладываются на треугольниках и затем проецируются на квадрат. Цветом на графиках показана величина минерализации рассмотренных анализов. Преобладающий химический состав опробованных вод гидрокарбонатный кальциево-магниевый, магниево-кальциевый, иногда гидрокарбонатно-хлоридный кальциево-магниевый с учетом включения ионов с содержанием более 10 %-эквивалент.

Обращает внимание на несколько более высокое содержание хлоридов во второй скважине. Это хорошо видно на построенной гистограмме (рис. 5).

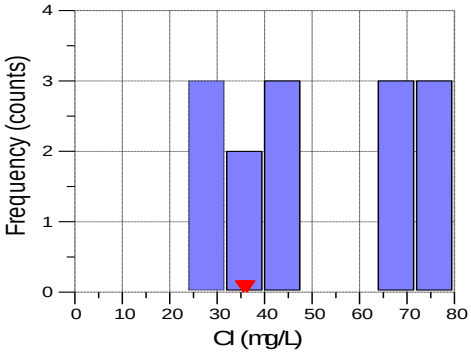



Рис. 5.Гистограмма содержания хлоридов

Содержание хлоридов в первой скважине находится в интервале 25-45 мг/л, во второй – 65-80 мг/л. Учитывая достаточно близкое расположение скважин, одинаковый интервал обустройства фильтра, не исключено, что это объясняется загрязнением подземных вод. Хотя и данная концентрация хлоридов находится в пределах ПДК (ПДК хлоридов 350 мг/л).

Прежде чем перейти к следующей части, дадим определение опытно-фильтрационных работ (ОФР). *Опытно-фильтрационные опробования* – специально созданные искусственно путем откачки (выпуска) из водоносного пласта или ее закачки (нагнетания, налива) – фильтрационные возмущения, изменяющие скорость и напоры в исследуемом пласте [9]. Одна из главных задач проведения опытно-фильтрационных опробований – это определение фильтрационных параметров водоносных пластов и комплексов на основе данных об изменении уровня подземных вод.

Для обработки данных ОФР существуют различные способы: графоаналитические (прямой линии, горизонтальной прямой линии, эталонной кривой) и аналитические (решением прямой и обратных задач).

Среди графоаналитических подходов обработки наиболее популярными являются способы прямой линии. Они основаны на преобразовании исходных аналитических зависимостей и на использовании индикаторных кривых.

Представляя уравнение Тейса в различных формах, можно получить три способа определения фильтрационных параметров с помощью прямой линии (рис. 6): на графике временно́го (а), площадного (б) и комбинированного (в) прослеживания. По углу наклона прямой линии и по величине, которую она отсекает на оси ординат (А) на одном из графиков, определяют водопроводимость Т и пьезопроводность пласта «а».

При обработке сложных опытно-фильтрационных опробований (влияние границ, переменный расход откачки и др.) на стандартных графиках временного, площадного и комбинированного прослеживания (которые представлены выше) определить искомые параметры сложно или невозможно.

В этом случае производят преобразование соответствующих уравнений фильтрации, которое позволяет построить графики изменения уровня в таких

координатах, которые дают возможность использовать графоаналитические способы для нахождения параметров.

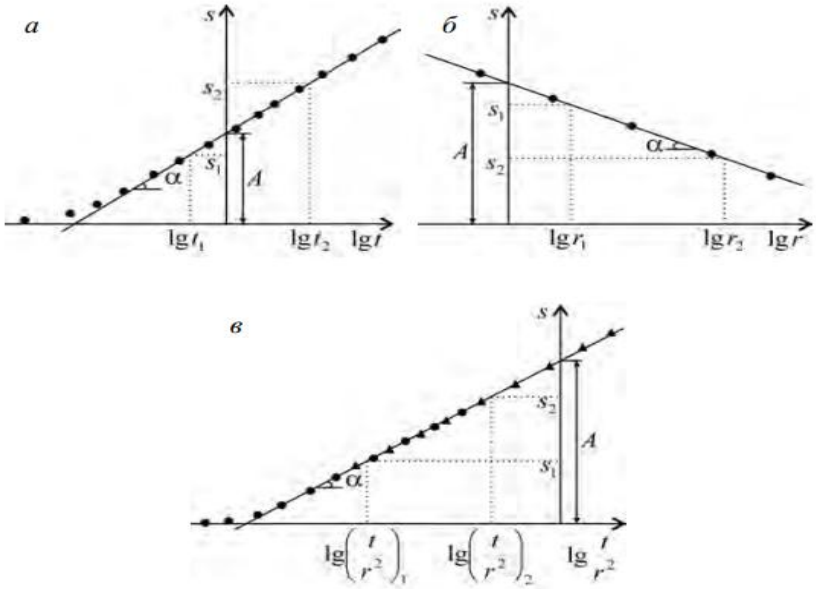



Рис. 6. Графики временного, площадного и комбинированно прослеживания

В данном случае опытно-эксплуатационные откачки по двум скважинам (результаты которых были использованы для интерпретации) производились на 3 ступени дебита. На первой ступени откачка в скважинах производилась с минимальным дебитом, равный потребности в воде на 2006 г. На третьей ступени с максимальным дебитом, равным перспективной потребности на конец эксплуатации. Вторая ступень промежуточная, равная потребности на 2009-2012 гг. Наблюдения за снижением уровня производились через 5, 30, 60 минут, 2 часа, далее через 2 часа в течение первых 8 часов и от 4 до 8 часов до момента окончания наблюдений (рис. 7, 8).

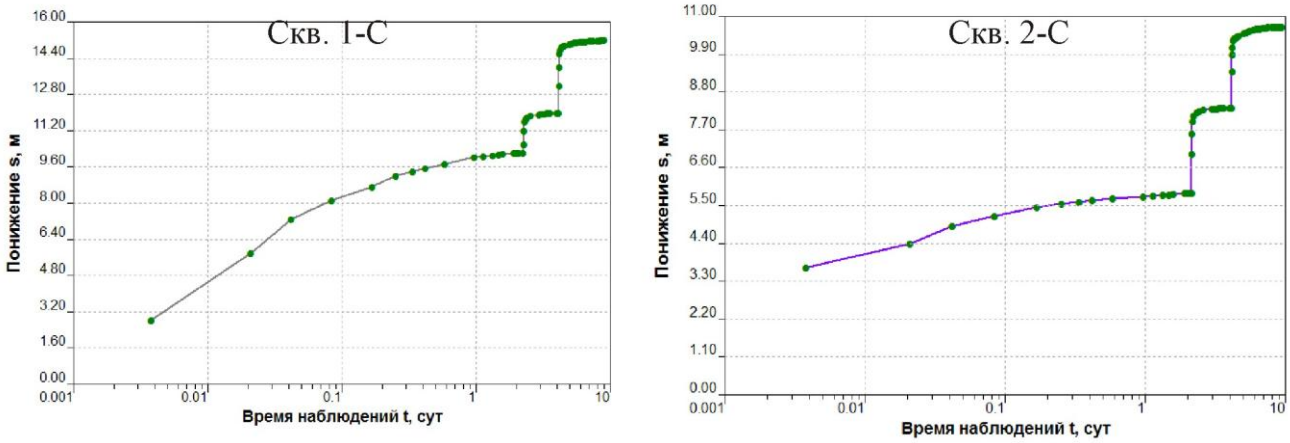



Рис. 7. Графики временного прослеживания

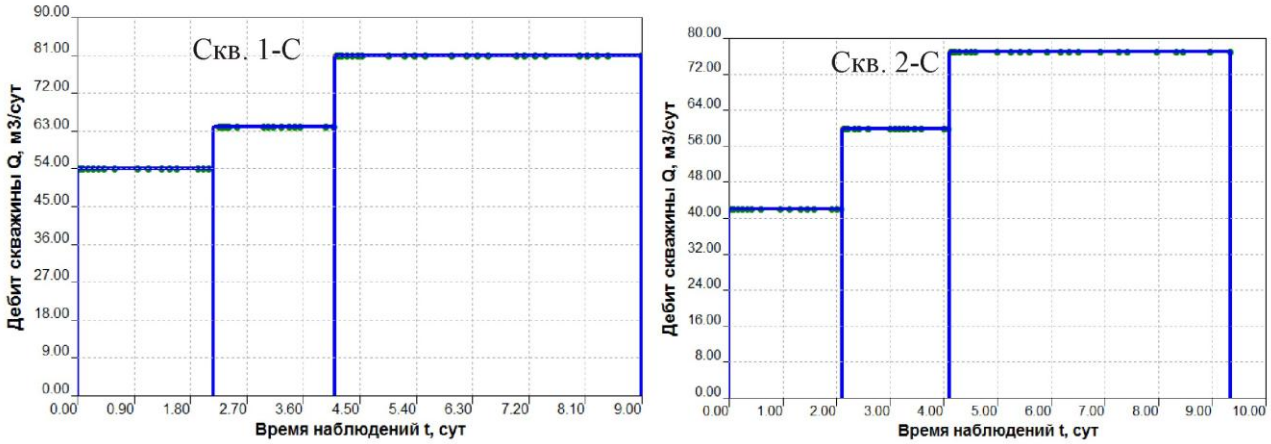



Рис. 8. Графики ступеней расхода

Далее представлены графики с приведенными параметрами (рис. 9), подготовленные с помощью программного обеспечения ANSDIMAT.

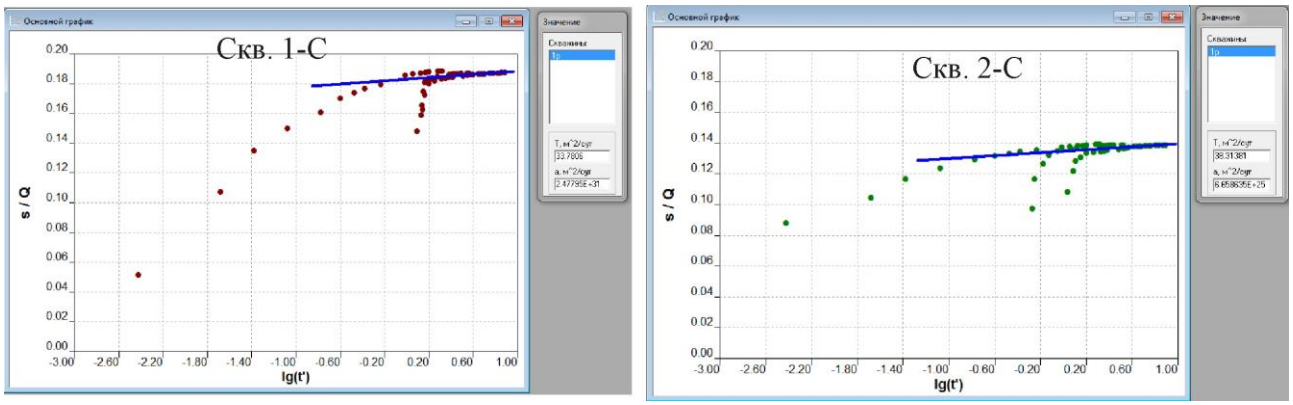



Рис. 9. Графики с приведенными параметрами

Подбор прямых линий позволяет определить водопроводимость опробуемого пласта. Ее значение для первой скважины составляет 33.8 м$^2$/сут.

Соответственно значение водопроводимости по скважине №2, определенное способом прямой линии на соответствующих графиках, составляет 38,3 м$^2$/сут.

На основании проведенных исследований можно отметить, что по результатам интерпретации способом прямой линии получены очень близкие значения водопродимости с данными предшественников. На следующем этапе полученные параметры водопродимости могут быть использованы при решении различных гидрогеологических и гидрогеоэкологических задач, в т.ч. – для оценки эксплуатационных запасов подземных вод.

***Библиографический список***


*1. Аликин Э.А., Бурковская А.В. Оценка запасов подземных вод для технологических целей в пределах Сивинского нефтяного месторождения (по состоянию на 01.11.2006 г.). Отчет по договору № 3. ТКЗ № 208. Пермь, 2006. ТГФ.*

*2. Атлас Пермского края / Под ред. А.М. Тартаковского. Пермь, 2012. 124 с.*

*3. Боревский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. М.: Недра, 1979. 326 с.*

4. *Боревский Б.В., Язвин Л.С., Закуткин В.П. Мониторинг месторождений и участков водозаборов питьевых подземных вод. Методические рекомендации. М., «ГИДЭК», 1998. 80с.*

5. *Копылов И.С. Поиски и картирование водообильных зон при проведении гидрогеологических работ с применением линеаментно-геодинамического анализа // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 93. С. 468-484.*

6. *Копылов И.С. Основные водоносные комплексы Пермского Прикамья и перспективы их использования для водоснабжения // Успехи современного естествознания. 2014. № 9-2. С. 105-110.*

7. *Копылов И.С., Коноплев А.В. Геологическое строение и ресурсы недр в атласе Пермского края // Вестник Пермского университета. Геология. 2013. № 3 (20). С. 5-30.*

8. *Методические рекомендации по организации мониторинга подземных вод на мелких групповых водозаборах и одиночных эксплуатационных скважинах. М., Гос. центр мониторинга геологической среды МПР России. 2000. 27 с.*

9. *Мироненко В.А., Шестаков В.М. Теория и методы интерпретации опытно-фильтрационных работ. М.: Недра, 1978. 325 с.*

10. *Синдаловский Л.Н. Справочник аналитических решений для интерпретации опытно-фильтрационных опробований. СПб.: Изд-во С.-Пб.ун-та, 2006. 769 с.*

11. *Справочное руководство гидрогеолога / Под ред. В.М. Максимова. М.: Недра, 1973. 510 с.*

12. *Шимановский Л.А., Шимановская И.А. Пресные подземные воды Пермской области. Пермь: Перм. книж. изд-во 1973, 146 с.*

УДК 550.8

**М.В. Фефелов, Д.С. Кирин**
Пермский государственный национальный
исследовательский университет

# ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ И ПОИСКАХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БОДАЙБИНСКОГО РАЙОНА

*В статье приведены сведения о применении аэрокосмических методов при прогнозах и поисках золоторудных месторождений Бодайбинского района. Был выполнен комплексный анализ, в т.ч. линеаментное дешифрирование, и на его основе выделены перспективные зоны. Выделенные зоны территориально совпадают с существующими промышленными месторождениями золота, на основе чего сделан вывод о достаточной достоверности выбранных методов.*

*Ключевые слова: аэрокосмические методы, дешифрирование, линеаментный анализ, золото, Бодайбинский район.*

**M.V. Fefelov, D.S. Kirin**
Perm State University

# AEROSPACE RESEARCHES' APPLICATION IN FORECASTING AND PROSPECTING OF GOLD ORE DEPOSITS IN BODAYBO DISTRICT

*The article presents information on the application of aerospace methods for forecasting and prospecting of gold ore deposits in Bodaybo district. The complex analysis including lineamental interpretation was made and on its basis perspective zones are allocated. The allocated zones territorially coincide with the existing commercial deposits of gold on the basis of what the conclusion is drawn on sufficient reliability of the chosen methods.*

*Keywords: aerospace methods, interpretation, lineamental analysis, gold, Bodaybo district.*

## Введение

В современном мире постепенно возрастает роль дистанционных методов зондирования Земли (ДЗЗ). При геологическом картировании методы ДЗЗ используются в комплексе с другими методами и дают хорошие результаты при сравнительно низких финансовых затратах.

Актуальны эти методы и при повторном изучении известных горнорудных районов, ведь они позволяют выявить скрытые рудные объекты – глубоко залегающие или перекрытые рыхлыми отложениями. Бодайбинский район, изучаемый в данной работе, является таким примером. Также рассмотрена Илигирская площадь [11].

© .В. е е ов, .С. Кирин, 2016

Бодайбинский район географически расположен в пределах северо-восточной части Байкало-Патомского нагорья. Рельеф Бодайбинского района среднегорный, расчленённость умеренная. Проходимость территории чаще всего плохая (70%), из-за густой растительности и курумников. Байкало-Патомское нагорье представляет собой дугообразную в плане, северную и северо-западную часть Байкальской складчатой области, с юга глубоко вдающуюся в Сибирскую платформу и образующую входящий угол [4, 10].

Золотоносность Бодайбинского района контролируют 3 фактора: зональность осадконакопления, приуроченность к зонам продольных разломов фундамента и 3 этапа метаморфизма (синхронный линейной складчатости, региональный и сингранитный) [3].

**Методика и материалы**

Методологией исследований и картирования зон тектонической трещиноватости является линеаментно-геодинамический анализ, методика которого изложены в работах И.С. Копылова [6-9]. В качестве основного метода исследования Бодайбинского района было выбрано структурное дешифрирование.

Как известно, месторождения рудного золота, как правило, приурочены к объектам, локализованным в областях тектонических нарушений и гидротермальных изменений. На аэрокосмических снимках такие области хорошо дешифрируются в виде линеаментов, реже в виде кольцевых и вихревых структур [1, 2]. Линеаменты – линейные элементы рельефа, имеющие прямую или косвенную связь с разрывными нарушениями и зонами повышенной проницаемости в земной коре. Индикаторами линеаментов служат линейно вытянутые водоразделы, спрямленные участки русел рек, границ ландшафтных структур и пр. [10]. Кольцевые и вихревые структуры также указывают на наличие зоны высокой проницаемости. Кольцевые отражают чаще всего поднятия или опускания элементов ЗК, а вихревые - формируются за счёт вращательных сил [2]. Основными критериями неотектонической активности участков россыпей золота являются повышенная плотность линеаментов и эрозионная (горизонтальная и вертикальная) расчлененность рельефа [5, 7].

Были выделены некоторые геологические критерии, определяемые на основе АКГИ для прогноза перспективных золотоносносных участков:

1) линеаментные и кольцевые (вихревые) структуры указывают на наличие зон высокой проницаемости земной коры;

2) при пересечении друг с другом линеаменты образуют узлы, чем больше линеаментов сходится в узле, тем перспективнее эта территория на поиски рудных месторождений полезных ископаемых, в т.ч. золота;

3) кольцевые (вихревые) структуры также указывают на возможность существования рудоконцентрирующей или рудоконтролирующей зоны;

4) особенно высока вероятность нахождения такой зоны, если кольцевая (вихревая) структура осложнена множеством линеаментов;

5) на территории Бодайбинского района следует обращать внимание на линейные складчатые и складчато-разрывные комплексы, «пришовные» комплексы.

Для исследования территории были взяты космоснимки и цифровые модели рельефа. Дешифрирование одной и той же территории по разным материалам даёт возможность более точно выделить линеаменты. Далее все 3 изображения были представлены в виде слоёв одной карты в программном обеспечении ArcGIS. При дешифрировании эти слои включались попеременно, т.е. структурные элементы выделялись на космоснимке, затем на ЦМР №1, затем на ЦМР №2. Дешифрирование проводилось в нескольких масштабах в соответствии со сложившимися стадиями АКГИ [8]. Всего было выделено 3452 линеамента.

**Результаты и их обсуждение**

Для количественного анализа было выполнено построение поля плотности линеаментов (рис. 1). По нему выделены максимумы плотности линеаментов – это зоны перспективные на поиски месторождений золота по результатам количественного анализа.

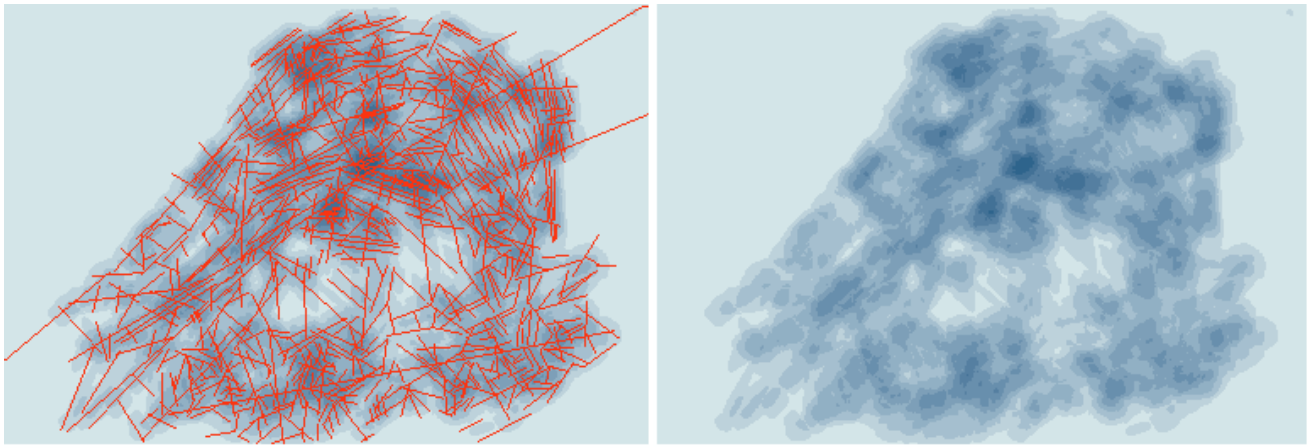
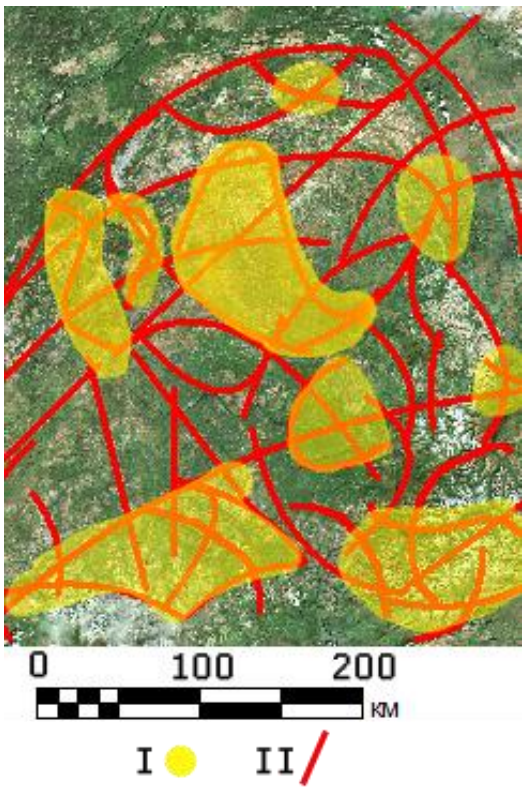


Рис. 1. Поле плотности с линеаментами (слева) и без (справа)

Качественный анализ был проведён на основе космоснимков с дешифрированными вихревыми структурами. Визуально были выделены зоны, в которых происходит наибольшее "завихрение" структур и/или пересечение этих структур друг с другом (рис. 2).

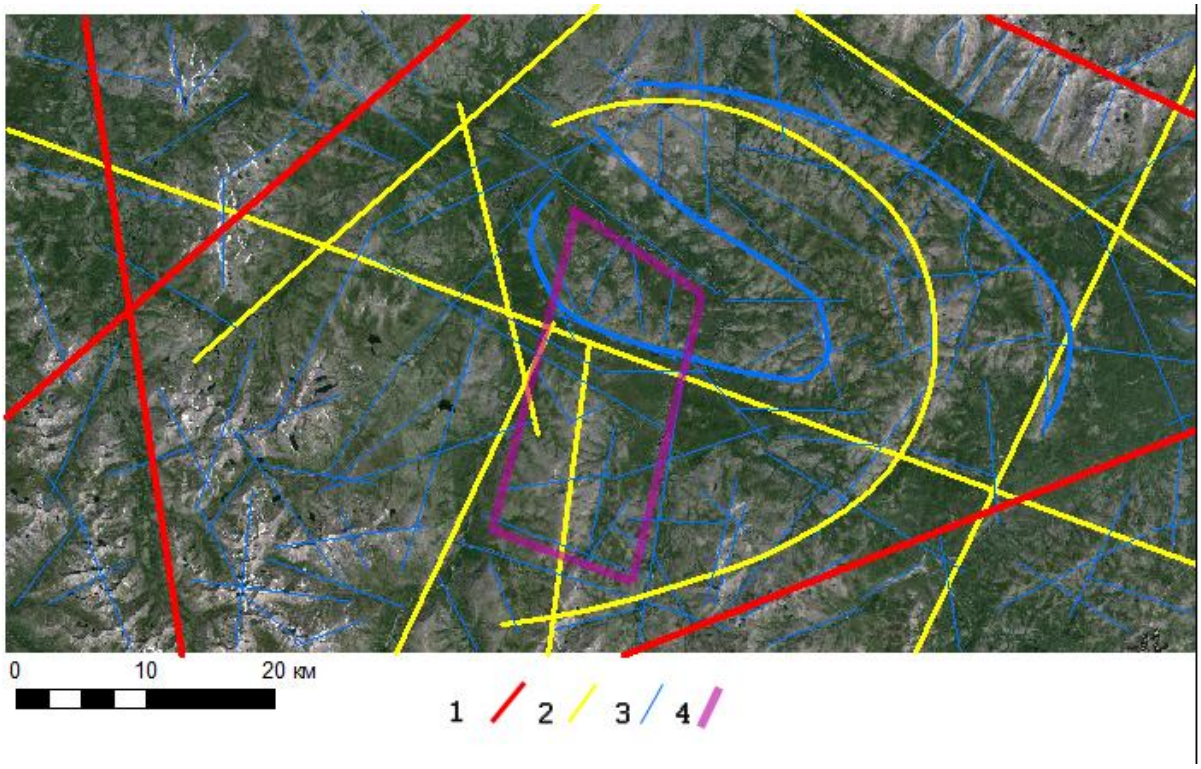
В ходе работы было отмечено, что на Илигирской площади вихревые структуры, судя по всему, имеют решающее значение. На прилегающих территориях плотность линеаментов выше, чем на самой площади. Однако Илигирская площадь находится внутри разветвляющейся вихревой структуры, что подтверждает важность анализа таких структур на всей остальной территории Бодайбинского района (рис. 3).

Также были проанализированы ранее выявленные факторы и условия золотоносности и сопоставлены со схемой геологического строения Байкальской складчатой области, на основе чего выделены перспективные зоны (рис. 4).




I – зоны наибольших завихрений структур и (или) множественных пересечений друг с другом, II – вихревые структуры.

Рис. 2. Вихревые структуры Бодайбинского района

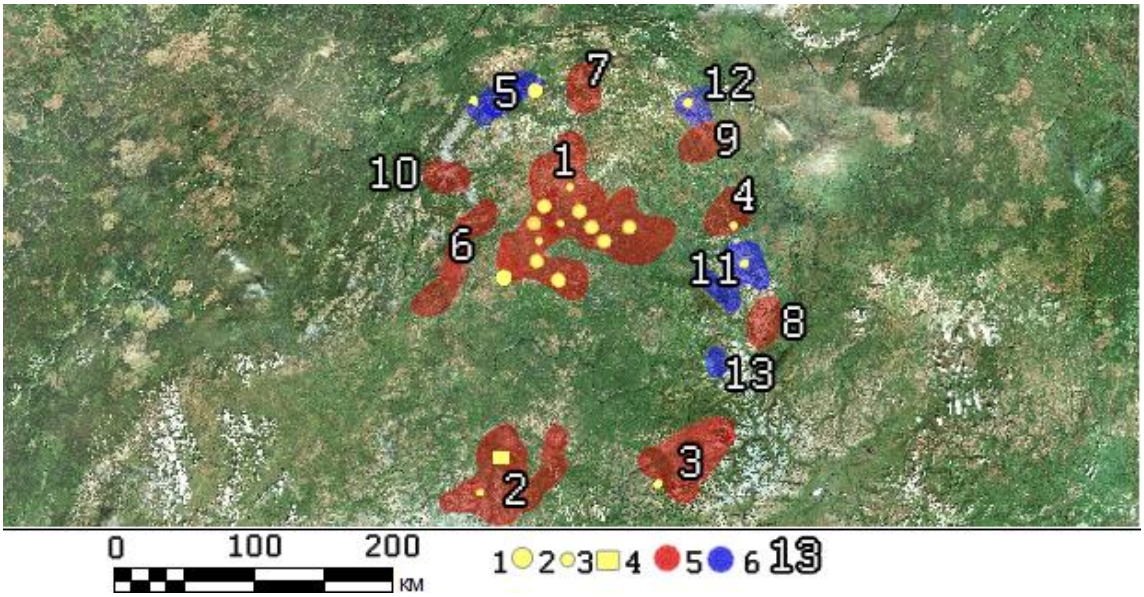



1-3 — структуры, выделенные на разных стадиях дешифрирования: 1 – обзорной масштабом от 1:5 000 000 до 1:2 500 000, 2 – обзорной масштабом 1:1 000 000, 3 – зональной; 4 – примерные границы Илигирской площади.

Рис. 3. Дешифрирование Илигирской площади и прилегающих территорий

Рис. 4. Фрагмент схемы тектонического строения Байкальской складчатой области с перспективными зонами (выделены жёлтым цветом)

Окончательный результат работы заключался в сведении: 1) максимумов поля плотности линеаментов; 2) зон наибольших завихрений структур и / или множественных пересечений друг с другом; 3) зон, выделенных на основе факторов золотоносности, сформулированных для Бодайбинского района. Зоны, которые не пересекаются, друг с другом были исключены из карты. В результате была получена интегральная зон перспективных на поиски месторождений золота (рис. 5).




1 – промышленные месторождения золота, 2 – золотоносные проявления, 3 – Илигирская площадь, 4 – высокоперспективные зоны на поиски месторождений золота (по 3 критериям), 5 – перспективные зоны (по 2 критериям); 6 – рекомендуемая очерёдность поисковых работ.

Рис. 5. Интегральная карта зон перспективных на поиски месторождений золота по данным ДЗЗ

Всего было выявлено 13 зон, которым присвоен ранг рекомендуемой очерёдности изучения при поисках месторождений золота на территории Бодайбинского района.

**Заключение**

По результатам проведенного анализа на основе дешифрирования АКС можно сделать вывод, о том, что аэрокосмические методы позволяют достаточно достоверно определить участки, перспективные на поиски золота. В некоторых выделенных перспективных зонах располагаются все ныне существующие промышленные месторождения золота Бодайбинского района. Поэтому опережающее использование аэрокосмических методов в общем комплексе прогнозных и поисковых работ даёт возможность сократить как временные, так и материальные затраты.

***Библиографический список***


*1. Ануфриев А.М. Аэрокосмометоды в геологии. Казань, 2007. 82 с.*

*2. Брюханов В.Н., Буш В.А. Кольцевые структуры континентов Земли. М.: Недра, 1987. 184 с.*

*3. Иванов А.И. Золотоносность Байкало-Патомской металлогенической провинции. Автореферат на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. М., 2010. 348 с.*

*4. Информационный геологический отчет о результатах и объемах работ, выполненных в 2014 году по объекту «Поисковые работы на рудное золото на Илигирской площади (Иркутская область)». Иркутск: ЗАО «Сибирская геологическая компания», 2014. 12 с.*

*5. Копп М.Л., Вержбицкий В.Е., Колесниченко А.А., Копылов И.С. Новейшая динамика и вероятное происхождение Тулвинской возвышенности (Пермское Приуралье) // Геотектоника. 2008. № 6. С. 46-69.*

*6. Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4.*

*7. Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6.*

*8. Копылов И.С. Научно-методические основы геоэкологических исследований нефтегазоносных регионов и оценки геологической безопасности городов и объектов с применением дистанционных методов // Автореферат дис. ... доктора геолого-минералогических наук. Пермь, 2014. 48 с.*

*9. Копылов И.С. Анализ результатов и перспективы нефтегазопоисковых аэрокосмогеологических исследований Пермского Приуралья // Вестник Пермского университета. Геология. 2015. №4 (29). 70-81.*

*10. Корчуганова Н.И., Костенко Н.П., Межеловский И.Н. Неотектонические методы поисков полезных ископаемых. СПб.: ВСЕГЕИ, 2001. 212 с.*

*11. Проект на выполнение работ по объекту: «Поисковые работы на рудное золото на Илигирской площади (Иркутская область)» в 2013-2015 гг. Иркутск: ЗАО «Сибирская геологическая компания», 2013. 81 с.*

*Научное издание*

# ГЕОЭКОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДИНАМИКА, ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сборник научных статей по материалам
Международной научно-практической конференции

г. Пермь, 17–18 ноября 2015 г.

Издается в авторской редакции

Техническая подготовка и обработка материалов *И. С. Копылова*

Подписано к использованию 15.12.2016
Объем данных 13,0 Мб. Тираж 50 экз.

Экземпляр электронного издания включает в себя
1 CD-R, 1 пластиковый бокс, 1 вкладыш в пластиковый бокс

Издательский центр
Пермского государственного
национального исследовательского университета.
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15