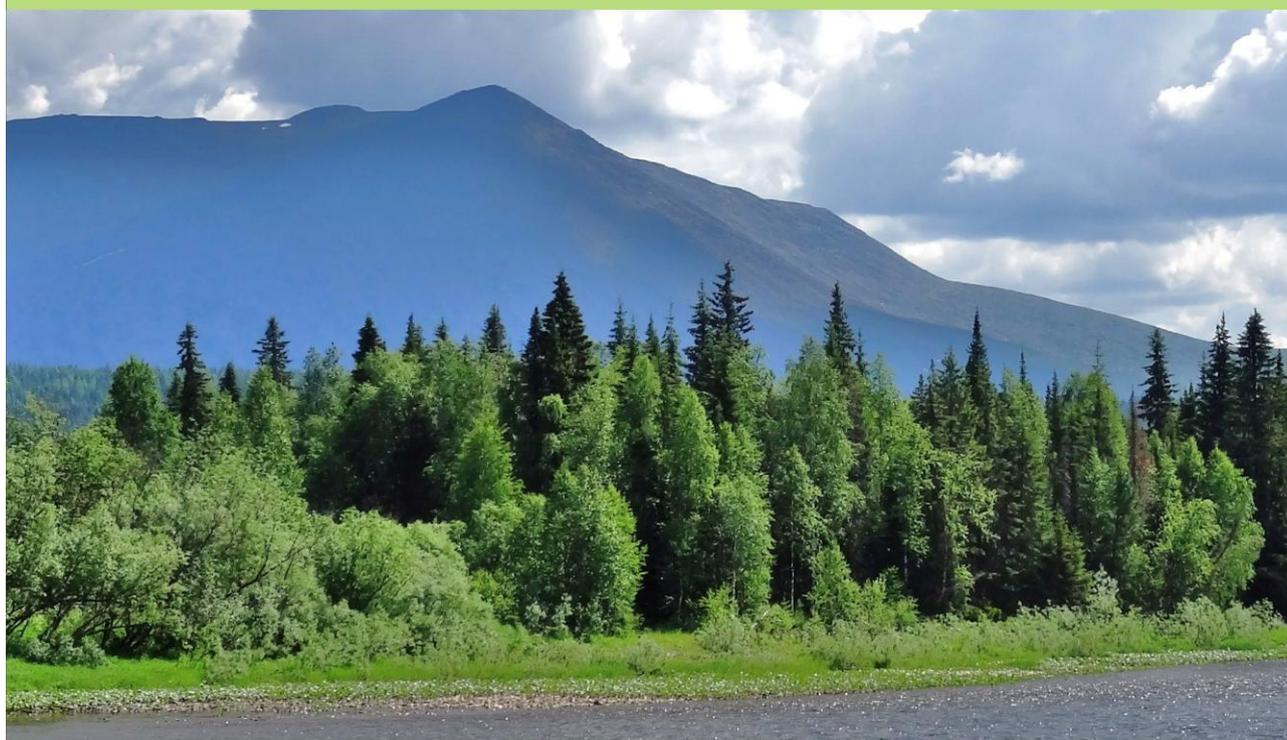




**ГЕОЭКОЛОГИЯ,
ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДИНАМИКА,
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**GEOECOLOGY,
ENGINEERING GEODYNAMICS,
GEOLOGICAL SAFETY**



Пермь 2019

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ГЕОЭКОЛОГИЯ,
ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДИНАМИКА,
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Печеркинские чтения

*Сборник научных статей
по материалам Международной научно-практической конференции,
посвященной 90-летию профессора И. А. Печеркина*

г. Пермь, 14–15 ноября 2018 г.



Пермь 2019

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., посвящ. 90-летию профессора И. А. Печеркина (г. Пермь, 14–15 нояб. 2018 г) / гл. ред. И. С. Копылов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Электрон. дан. – Пермь, 2019. – 16,3 Мб; 260 с. – Режим доступа: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/sborniki/GIGGB-2019.pdf>. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-7944-3284-8

Сборник содержит статьи по материалам III Международной научно-практической конференции «Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность», посвященной 90-летию профессора И. А. Печеркина, состоявшейся 14–15 ноября 2018 г. в Пермском государственном национальном исследовательском университете.

Рассматриваются проблемы инженерной и экологической геологии, геодинамики, гидрогеологии, геологической безопасности городов и объектов недропользования на примерах Камского Приуралья и Урала, Западной и Восточной Сибири и других регионов России, а также Австралии, Израиля, Казахстана, Китая, Монголии.

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 кафедры инженерной геологии и охраны недр
Пермского государственного национального исследовательского университета*

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ: к.г.-м.н. **В. В. Голдырев**, PhD **О. Н. Ковин**, к.т.н. **А. В. Коноплев**, д.г.-м.н. **И. С. Копылов** (главный редактор), к.г.-м.н. **П. А. Красильников**, д.г.-м.н. **В. А. Наумов**, д.г.-м.н. **О. Б. Наумова**, д.г.-м.н., д.б.н. **М. В. Rogozin**, д.г.-м.н. **В. В. Середин**, к.г.-м.н. **В. П. Тихонов**, к.г.-м.н. **В. М. Шувалов**

ISBN 978-5-7944-3284-8

© ПГНИУ, 2019

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
RUSSIAN FEDERATION
PERM STATE UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENGINEERING GEOLOGY
AND PROTECTION OF GEOLOGICAL ENVIRONMENT

**GEOECOLOGY,
ENGINEERING GEODYNAMICS,
GEOLOGICAL SAFETY**
Pecherkinskie reading

Series of scientific article

Materials of International Scientific and Practical Conference
dedicated to the 90th anniversary of Professor I.A. Pecherkin

(Perm, November 14-15, 2018)



Perm 2019

UDC 502/504+55
LBC 20.1+26.3
G35

Geoecology, engineering geodynamics, geological safety: Series
G35 of scientific article. Materials of I International sci.-pract. conf.
Ed. I.S. Kopylov, Perm State University, Perm, 2019. 260 p.

ISBN 978-5-7944-3284-8

An issue of Series of scientific articles on Materials of II International scientific and practical conference «Geoecology, engineering geodynamics, geological safety», held on November 14-15, 2018 in the Perm State University, is dedicated to the 90th anniversary of Professor I.A. Pecherkin.

The problems of engineering and environmental geology, geodynamics, hydrogeology, geological safety of cities and subsoil use objects are considered by the examples of the Kama Ural and the Urals, Western and Eastern Siberia and other regions of Russia, as well as Australia, Israel, Kazakhstan, China, Mongolia.

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. **A.V Konoplev**,
Dr. **I.S. Kopylov** (editor), Cand. **P.A. Krasilnikov**, Dr. **V.A. Naumov**, Dr.
O.B Naumova, Dr. **M.V. Rogozin**, Dr. **V.V Seredin**, Cand. **V.P. Tikhonov**, Cand.
V.M. Shuvalov

ISBN 978-5-7944-3284-8

© Perm State University, 2019
© Authors, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ГЕОЛОГИИ	13
Л.В. Печеркина К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА И.А. ПЕЧЕРКИНА ...	13
В.И. Каченов, И.С. Копылов, В.В. Середин, В.М. Шувалов ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ТРУДЫ ПРОФЕССОРА И.А. ПЕЧЕРКИНА (К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ).....	17
В.А. Наумов, О.Б. Наумова ПАРАДИГМА ТЕХНОСФЕРНОЙ РЕВОЛЮЦИИ И НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОСФЕРНОЙ РЕВОЛЮЦИИ.....	24
С.В. Козлов, И.С. Копылов ПЛАНЕТАРНЫЙ ПРОЦЕСС ГЛУБИНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ И ПЕРВИЧНЫХ АСТЕНОСФЕРНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ.....	32
И.С. Копылов СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ: ИТОГИ ТРЕХЛЕТНЕГО НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СЕМИНАРА ПО ГЕОЛОГИИ В ПЕРМСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ И НШ ГИГГБ.....	44
ГЕОЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА НЕДР	55
А.А. Артемьева КАЧЕСТВО ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАК ФАКТОР РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНАХ УДМУРТИИ.....	55
В.N. Bakytzhanova GEOECOLOGICAL PROBLEMS OF WESTERN KAZAKHSTAN.....	62
Л.И. Даль, И.С. Копылов КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ОЦЕНКИ МЕДИКО- ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОПАСНОСТЕЙ, РИСКОВ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ.....	67

С.А. Двинских, И.С. Копылов КОНЦЕПЦИЯ ИНДЕКСА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ ГОРОДА.....	75
С.В. Исаев ТРАНСФОРМАЦИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ПРИРОДНО- ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	87
Т.И. Караваева, В.П. Тихонов ГЕОСИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ.....	93
И.С. Копылов, Л.И. Даль, Р.Н. Трофимов ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ГЕОПАРКА НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ГЕОТУРИЗМА И ИСТОРИКО- ГЕОЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ.....	99
П.А. Красильников, И.В. Кустов, Ю.О. Белоногова ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ (НА ПРИМЕРЕ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ).....	107
Р. Макаренко ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЛАНЦЕВОЙ ИНДУСТРИИ.....	116
С.Ю. Мандиева НЕКОТОРЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ГОРОДА.....	121
А.М. Морева ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНТРУЗИИ МОРСКИХ ВОД НА ВОДОНОСНЫЕ ГОРИЗОНТЫ (НА ПРИМЕРЕ ОСТРОВА КЕРТИС, АВСТРАЛИЯ).....	124
В.А. Наумов, А. Фиоруччи, В.В. Голдырев, В.Н. Брюхов, В.В. Фетисов ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ТЕХНОГЕННО- МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ.....	128
М.В. Рогозин, В.В. Михалев, А.Я. Рыбальченко, Д.В. Михалев ВЛИЯНИЕ НЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЛОКАЛИЗАЦИЮ МАЛЫХ ГЕОАКТИВНЫХ ЗОН И ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИХ СТРУКТУР В ЗАПОВЕДНИКЕ «ВИШЕРСКИЙ».....	134

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГЕОДИНАМИКА И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	142
Н.Л. Батьянова ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫЕ ОПОЛЗНЕВЫЕ ЗОНЫ В Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД.....	142
А.В. Буянова ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПЛОЩАДКИ ИЗЫСКАНИЯ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО АДМИНИСТРАТИВНО- ТОРГОВОГО ЗДАНИЯ С ГОСТИНИЦЕЙ В ДОМОДЕДОВСКОМ РАЙОНЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	154
А.И. Газизов КОМПЛЕКСНЫЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ НА ВОДНЫХ ПЕРЕХОДАХ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА «АЛТАЙ».....	159
А.И. Дунаев ПРОБЛЕМА ОБРАЗОВАНИЯ КАРСТОВЫХ ПРОВАЛОВ НА ТЕРРИТОРИИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	164
Ю.А. Килин, И.И. Минькевич, И.М. Тюрина, А.А. Кашеварова ВЛИЯНИЕ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА РАЗВИТИЕ КАРСТА ЧУСОВСКОГО МЫСА.....	170
Е.Ю. Килина ОСОБЕННОСТИ СВОЙСТВ КАРСТУЮЩИХСЯ ПОРОД КРАСНОЯСЫЛЬСКОГО УЧАСТКА.....	176
И.С. Копылов, Д.А. Зарипова ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ЮГО-ЗАПАДЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ (НА ПРИМЕРЕ БЕЛЯЕВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ).....	185
И.С. Копылов, О.Н. Ковин, С. Накысбек ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИИ НА СТЫКЕ РОССИИ, КИТАЯ, КАЗАХСТАНА И МОНГОЛИИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.....	197
П.А. Красильников ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ И ПРОГНОЗУ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОДРАБОТКИ ТЕРРИТОРИИ.....	204

В.В. Оборин, И.С. Копылов ИНЖЕНЕРНО-ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИИ АМУРСКОГО ГАЗОХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....	210
М.М. Санкло, И.С. Копылов ВЛИЯНИЕ НЕОТЕКТОНИКИ НА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВОД В ПРЕДЕЛАХ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА.....	219
Г.Р. Сафина, В.А. Федорова ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭКЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ГОРОДА.....	232
В.Д. Файзуллина ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЩЕСТВЕННОГО ТОРГОВОГО ЦЕНТРА В ГОРОДЕ АЛЬМЕТЬЕВСК РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН.....	238
Ф.Д. Шапошников ИУЧЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДУНАЕВСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ).....	247
Р.И. Шарипов, Ю.А. Килин ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО ГОЗОПРОВОДОВ В РАЙОНАХ ОСЛОЖНЕННЫХ КАРСТОВЫМИ ПРОЦЕССАМИ с. КАРЬЕВО ОРДИНОВСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА ПЕРМСКОГО КРАЯ	253

CONTENTS

GENERAL ISSUES OF SCIENCE AND EDUCATION, THEORETICAL ISSUES OF GEOLOGY	13
L.V Pecherkina ON THE 90 YEAR OLD OF PROFESSOR I.A. PECHERKIN.....	13
V.I. Kachenov, I.S. Kopylov, V.V. Seredin, V.M. Shuvalov BASIC RESEARCH AND THE WORK OF PROFESSOR I.A. PECHERKIN (THE 90TH ANNIVERSARY OF THE BIRTH).....	17
V.A. Naumov, O.B. Naumova PARADIGM TECHNOSPHERE OF THE REVOLUTION AND A SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF TERRITORIES OF THE PERM REGION IN TERMS OF THE TECHNOSPHERE REVOLUTION.....	24
S.V. Kozlov, I.S. Kopylov THE PLANETARY PROCESS OF DEPTH HYDROCARBON FORMATION OF HYDROCARBONS AND PRIMARY ASTENOSPHERIC EARTHQUAKES.....	32
I.S. Kopylov MODERN PROBLEMS OF GEOLOGY AND GEOLOGICAL EDUCATION: THE RESULTS OF A THREE-YEAR SCIENTIFIC RESEARCH WORKSHOP ON GEOLOGY IN PERM UNIVERSITY AND SCIENTIFIC SCHOOL «GEOECOLOGY, ENGINEERING GEODYNAMICS AND GEOLOGICAL SAFETY».....	44
GEOECOLOGY AND ENVIRONMENT PROTECTION	55
A.A. Artemyeva GROUNDWATER QUALITY AS A RISK FACTOR FOR THE HEALTH OF THE POPULATION IN THE OIL PRODUCING REGIONS OF UDMURTIA....	55
B.N. Bakytzhanova GEOECOLOGICAL PROBLEMS OF WESTERN KAZAKHSTAN.....	62
L.I. Dal, I.S. Kopylov CARTOGRAPHIC CONCEPT OF THE ASSESSMENT OF MEDICAL AND ECOLOGICAL HAZARDS, RISKS AND GEOECOLOGICAL SITUATIONS....	67
S.A. Dvinskikh, I.S. Kopylov THE CONCEPT OF THE ENVIRONMENTAL WELL-BEING INDEX OF THE CITY.....	75

S.V. Isaev TRANSFORMATION OF ATMOSPHERIC AIR IN NATURAL-TECHNICAL SYSTEMS OF OIL FIELDS.....	87
T.I. Karavaeva, V.P. Tihonov GEOSYSTEM ANALYSIS AT ENGINEERING SURVEYS.....	93
I.S. Kopylov, L.I. Dal, R.N. Trofimov PROBLEMS AND POSSIBILITIES OF ESTABLISHING GEOPARK IN THE MIDDLE URALS TO DEVELOP GEOTOURISM AND HISTORICAL AND GEOLOGICAL HERITAGE.....	99
P.A. Krasilnikov, I.V. Kustov, Yu.O. Belonogova ENVIRONMENTAL LOADS ASSESSMENT WHEN CREATED A TERRITORIAL WASTE TREATMENT SCHEME USING GIS TECHNOLOGIES (EXAMPLE ON THE TVER REGION).....	107
R. Makarenko ENVIRONMENTAL AND GEOLOGICAL PROBLEMS OF THE SHALE GAS INDUSTRY.....	116
S.Y. Mandieva SOME SOLUTIONS TO THE ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE CITY.....	121
A.M. Moreva ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF MARINE WATER INTRUSION ON WATER HORIZONS.....	124
V.A. Naumov, A. Fioruchchi, V.V. Goldyrev, V.N. Bryukhov, V.V. Fetisov THEORETICAL AND APPLIED ASPECTS OF MANAGING GEOLOGICAL PROCESSES IN TECHNOLOGICAL AND MINERAL FORMATIONS.....	128
M.V Rogozin, V.V. Mikhalev, A.Y. Rybalchenko, D.V. Mikhalev INFLUENCE OF NEOTECTONIC FACTORS ON THE LOCALIZATION OF SMALL GEOACTIVE ZONES AND PHYTOCENOTIC STRUCTURES OF THE VISHERSKY RESERVE.....	134
ENGINEERING GEOLOGY, GEODYNAMICS AND GEOLOGICAL SAFETY.....	142
N. L. Batyanova POTENTIALLY DANGEROUS LANDSLIDE AREA In NIZHNY NOVGOROD.....	142

A.V. Buyanova ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE PLATFORM OF RESEARCH UNDER CONSTRUCTION IT IS ADMINISTRATIVE – THE TRADE BUILDING WITH HOTEL IN DOMODEDOVO THE REGION OF THE MOSCOW REGION.....	154
A.I. Gazizov INTEGRATED ENGINEERING AND GEOPHYSICAL SURVEYS ON WATERWAYS DURING THE DESIGN OF THE «ALTAI» GAS MAIN PIPELINE.....	159
A.I. Dunaev GEOLOGICAL STRUCTURE OF KRASNOYARSK DISTRICT OF THE SAMARA REGION.....	164
Yu.A.Kilin, I.I. Minkevich, I.M. Tyurina, A.A. Kashevarova INFLUENCE OF THE KAMA RESERVOIR ON DEVELOPMENT OF THE KARST OF THE CHUSOVSKY CAPE.....	170
E.Y. Kilina FEATURES OF PROPERTIES BREEDS OF KARST BY THE KRASNOYASYLSKY ARIA.....	176
I.S. Kopylov, D.A. Zaripova ENGINEERING AND GEOLOGICAL CONDITIONS IN THE SOUTHWEST OF THE PERM REGION (ON THE EXAMPLE OF BELYAEVSKOE OIL FIELD.....	185
I.S. Kopylov, ON. Kovin, S. Nakesibieke ENGINEERING GEODYNAMIC ANALYSIS OF THE TERRITORY AT THE JOINT OF RUSSIA, CHINA, KAZAKHSTAN AND MONGOLIA FOR CONSTRUCTION OF MAIN PIPELINES.....	197
P.A. Krasilnikov GEOINFORMATION APPROACH TO THE TECHNOGENIC EXPOSURE FORECAST OF UNDERGROUND MINING.....	204
V.V. Oborin, I.S. Kopylov ENGINEERING-GEOCRYOLOGICAL AND GEODYNAMIC CONDITIONS OF THE AMURSKY GAS-CHEMICAL COMPLEX TERRITORY.....	210
M.M. Sanklo, I.S. Kopylov INFLUENCE OF NEOTECTONICS ON THE ENGINEERING- GEOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF WATERS WITHIN THE EASTERN PART OF THE BALTIC SHIELD.....	219

G.R. Safina, V.A. Fedorova FEATURES OF DEVELOPMENT OF MODERN EXODYNAMIC PROCESSES AND THEIR EFFECT ON THE TERRITORIAL DEVELOPMENT OF THE CITY.....	232
V.D. Fajzullina ESTIMATION OF CONDITIONS FOR THE CONSTRUCTION OF A PUBLIC SHOPPING CENTER IN THE CITY OF ALMETYEVSJK	238
F.D. Shaposhnikov STUDY OF THE ENGINEERING AND GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE DUNAEVSKOYE OIL AND GAS CONDENSATE DEPOSIT (WESTERN SIBERIA).....	247
R.I. Sharipov, Yu.A.Kilin FEATURES OF ENGINEERING – GEOLOGICAL SURVEYS FOR THE CONSTRUCTION OF GAZOPROVODOV IN AREAS OSLOZHNENIJ KARST PROCESSES S. KAREVO ORD INSKOGO MUNICIPAL DISTRICT OF PERM KRAI.....	253

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

УДК 502/504

Л.В. Печеркина

Пермский государственный национальный исследовательский университет

К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА И.А. ПЕЧЕРКИНА

Приведена краткая научная биография основателя кафедры инженерной геологии Пермского университета профессора И.А. Печеркина. Приведены краткие сведения о его жизни, научной, преподавательской, геологической и общественной деятельности

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

L.V Pecherkina

Perm State University

ON THE 90 YEAR OLD OF PROFESSOR I.A. PECHERKIN

The short news about living way, scientific, teaching, geological and social activity of professor I.A. Pecherkin, the former chief of Engineering geology department of Perm State University, are discussed.

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

19 апреля 2018 года исполняется 90 лет со дня рождения Игоря Александровича Печеркина, доктора геолого-минералогических наук, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, профессора, организатора и заведующего кафедрой инженерной геологии (1977-1991), проректора по научной работе ПГУ (1970-1983).

Игорь Александрович Печеркин (1928-1991) прожил относительно короткую жизнь, насыщенную большими делами и интереснейшими событиями. Вся научно-педагогическая деятельность Игоря Александровича, начиная с 1954г., связана с Пермским университетом, где на кафедре динамической геологии и гидрогеологии он прошел путь от ассистента до профессора. После окончания геолого-географического факультета в 1950г.

работал гидрогелологом на шахтах Кизеловского угольного бассейна. В 1955г. защитил кандидатскую диссертацию «*Подземные и шахтные воды Кизеловского угольного бассейна*», в 1968г. – докторскую диссертацию «*Геодинамика побережий камских водохранилищ*».



Игорь Александрович всегда занимал активную жизненную позицию. В 1958 г. он по комсомольской путевке Дзержинского райкома комсомола направляется со студентами историко-филологического факультета на уборку урожая в Кокчетавскую область Казахской АССР. В 1969 г. избирается деканом геологического факультета, в 1970-1983 гг. работает проректором Пермского университета по научной работе. В 1977 г. по его инициативе создана кафедра инженерной геологии, которой он заведовал до конца своей жизни.

Являясь проректором по научной работе Пермского университета, И.А. Печеркин много внимания уделял вопросам **организации научных исследований в вузе**. Его усилия были направлены на укрупнение тематики научных исследований, а также на увеличение объема бюджетных и хоздоговорных работ, которые проводились по долгосрочным комплексным договорам. И.А. Печеркин заботился и о росте научно-педагогических кадров. За 1970-1977 гг. число докторов наук, профессоров выросло в 1,5 раза, кандидатов наук, доцентов – в 1,3 раза. Повысилась эффективность работы аспирантуры: до 60% аспирантов завершали учебу с защитой диссертаций, 40% — с представлением к защите. Под его руководством создан и по настоящее время плодотворно работает совет молодых ученых университета. В том, что по результатам соцсоревнования за 1977 г. Пермскому университету было вручено Переходящее Красное Знамя Совета Министров РСФСР и ВЦСПС, немалая заслуга И.А. Печеркина.

И.А. Печеркин сформировал научную школу, занимающуюся проблемами инженерной геодинамики. Это сложное научное направление разрабатывается его учениками в кандидатских и докторских диссертациях.

Спектр исследований этой школы чрезвычайно широк. Они включают в себя изучение практически всех экзогенных геологических процессов. И.А.Печеркин одним из первых ученых-геологов в 50-е годы занялся изучением закономерностей формирования инженерно-геологических условий водохранилищ Камского каскада, которое проводилось им на генетической основе. Он пришел к пониманию необходимости изучения геологических процессов в парагенезисе. Такой подход определил высокую степень комплексной изученности камских водохранилищ, которую можно считать эталонной для многих стран.

И.А. Печеркин – один из основоположников инженерного карстоведения в России. У него много учеников и это позволяет говорить о создании пермской школы, организатором и руководителем которой он являлся. Им подготовлено более 30 кандидатов наук. Его ученики разрабатывали самые различные проблемы: инженерно-геологические особенности карста отдельных регионов нашей страны, карст на берегах водохранилищ, вопросы прогнозирования техногенного карстообразования и др.

Игорь Александрович достойным образом представлял **пермскую школу инженеров-геологов** в стране и за рубежом, являясь членом международной ассоциации инженеров-геологов (МАИГ), международной комиссии по инженерной геологии и карсту при МАИГ, председателем карстовой комиссии научного совета по инженерной геологии и гидрогеологии АН СССР и др., а также на международных конгрессах и симпозиумах.

В качестве эксперта он участвовал в выборе места для строительства крупнейшего гидротехнического комплекса Хаобинь на р. Черная во Вьетнаме. По линии Минвуза РСФСР в рамках международного обмена в 1975 г. читал лекции в университетах Пен Стейт (Пенсильвания), Солт-Лейк (Юта), Пурду (Огайо), Иллинойском университете (Иллинойс), Лексингтонском университете (Кентукки) и Национальном парке Мамонтовой пещеры.

Большую работу И.А. Печеркин проводил как **председатель специализированных советов по присуждению ученых степеней**. Много раз он выступал официальным оппонентом на защитах кандидатских и докторских диссертаций.

В течение ряда лет он являлся **главным редактором** выпускаемых в Пермском университете сборников «Пещеры» и «Гидрогеология и карстоведение», членом редакционной коллегии межвузовского сборника «Гидрогеология и инженерная геология», издаваемого в Новочеркасском университете. В 1985 г. назначен старшим редактором IV тома (Урал, Таймыр, Казахская горная страна) монографии «Инженерная геология», который вышел в свет в 1990 г.

Игорь Александрович был **организатором нескольких десятков региональных, всесоюзных и международных конференций по инженерной геологии и карстоведению**. В 1992 г. в Перми успешно прошел Международный симпозиум «Инженерная геология карста», организованный по инициативе Печеркина, но состоявшийся уже без него. Он выполнял

огромную редакторскую работу, дав «путевку в жизнь» десяткам научных сборников и монографий.

Научное наследие И.А. Печеркина велико. За 42 года он **опубликовал 361 научную работу**. Его перу принадлежат 9 крупных работ. К наиболее значимым из них и имеющим большой научный и практический интерес следует отнести: Камское водохранилище (1959, соавторы Л.И. Дубровин, Ю.М. Матарзин); Геологические экскурсии по Камскому водохранилищу (1963, соавторы Ю.М. Матарзин, Г.И. Карзенков, И.К. Мацкевич); Геодинамика побережий камских водохранилищ (т.1, 1966, т.2, 1969); Инженеры земли (1984); Инженерная геология СССР. Урал, Таймыр, Казахская складчатая страна (1990, отв. редактор и соавтор).

Деятельность Игоря Александровича в Пермском университете отмечена благодарностями и грамотами ПГУ, благодарностями и грамотами Минвуза РСФСР. Он был лауреатом по научно-исследовательской работе (1970). Внесен в Книгу Почета ЕНИ ПГУ (1981) как научный руководитель лаборатории комплексных исследований водохранилищ. С 1971 по 1984 г. (6 созывов) избирался депутатом Пермского областного совета народных депутатов, где возглавлял комиссию по народному и профессионально-техническому образованию. Многогранная деятельность И.А. Печеркина отмечена правительственными наградами. За активную работу на целинных землях и личное руководство студенческими отрядами на уборке урожая награжден медалью «За освоение целинных земель» (1959), значком ЦК ВЛКСМ «За освоение новых земель» и грамотами ЦК ВЛКСМ, медалью «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина» (1970), медалью «Ветеран труда» (1984). Ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР» (1986).

К 80-летию ученого открыта мемориальная доска и одна из поточных аудиторий геологического факультета (512) названа его именем.

Имя Игоря Александровича Печеркина золотыми буквами вписано в историю изучения геологии Предуралья и в список выдающихся ученых Пермского университета [1-3].

Библиографический список

1. Печеркина Л.В. К 90-летию со дня рождения профессора И.А. Печеркина // *Геология и полезные ископаемые Западного Урала*. 2018. № 1 (38). С. 3-7.
2. 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.*
3. Печеркина Л.В. <http://geology.psu.ru/k-90-letiyu-so-dnya-rozhdeniya-professora-i-a-pecherkina/>

В.И. Каченов, И.С. Копылов, В.В. Середин, В.М. Шувалов
Пермский государственный национальный исследовательский университет

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ТРУДЫ ПРОФЕССОРА И.А. ПЕЧЕРКИНА (К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

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

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

V.I. Kachenov, I.S. Kopylov, V.V. Seredin, V.M. Shuvalov
Perm State University

BASIC RESEARCH AND THE WORK OF PROFESSOR I.A. PECHERKIN (THE 90TH ANNIVERSARY OF THE BIRTH)

A brief scientific biography of the professor of Perm University I.A. Pecherkin is given. His outstanding contribution to the development of engineering geology and geodynamics is shown. The main scientific works are given.

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

19 апреля 2018 года Кафедра инженерной геологии и охраны недр (ИГиОН) Пермского университета отметила 90-летие со дня рождения Игоря Александровича Печеркина (19.04.1928 – 12.12.1991), профессора, доктора геолого-минералогических наук, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, основателя кафедры и руководившей ею на протяжении 14 лет с 1977 по 1991 гг. (рис. 1, 2).

Вся научно-педагогическая деятельность Игоря Александровича связана с Пермским университетом, геологический факультет которого он окончил в 1950 г. Биографии профессора И.А. Печеркина посвящено большое количество литературы [1-12], поэтому здесь мы кратко осветим лишь часть из них, связанных с его основными научными исследованиями и творческим наследием.

С 1950-1953 гг. Печеркин И.А. руководил гидрогеологической группой треста «Кизелугольгеология». 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. При этом читал в Кизеловском горном техникуме курс «полезные ископаемые».



Рис. 1. И.А. Печеркин
профессор, доктор геол.-мин.
наук, заслуженный деятель
науки и техники РСФСР

*«Только люди, занимающиеся наукой, могут успешно
заниматься педагогической деятельностью»*
И.А. Печеркин

С 1953 г. Печеркин И.А. – аспирант кафедры динамической геологии и гидрогеологии. За два года успешно закончил аспирантуру ПГУ и в 1955 г. защитил диссертацию на ученую степень кандидата геолого-минералогических наук «Подземные и шахтные воды Кизеловского каменноугольного бассейна».

Научная деятельность Игоря Александровича была многогранна. Одним из главных дел его жизни было *изучение процессов перестроения берегов водохранилищ*. В 1954 г. после заполнения Камского водохранилища И.А. Печеркин вместе с Л.И. Дубровиным и Ю.М. Матарзиным впервые отправились в экспедицию по изучению «рукотворного» моря на парусной шлюпке. Позднее, в 60-е годы XX в., исследования водохранилищ стали системными с использованием моторных лодок и катеров. Была создана Лаборатория водохозяйственных проблем Естественнонаучного института при ПГУ, которая объединила специалистов разных профилей. Исследования водохранилищ проводилось на генетической основе, с учетом своеобразия проявления экзогенных геологических процессов. 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.

Научные интересы Печеркина И.А. всецело были связаны также с *инженерным карстоведением*, которым он начал заниматься еще при изучении гидрогеологии Кизела в начале 50-х годов.



Первые экспедиции по камским водохранилищам



Конференции



С коллегами



На кафедре инженерной геологии



Рис. 2. Некоторые научные эпизоды жизни И.А. Печеркина

И.А. Печеркин – один из основоположников инженерного карстоведения в России и *инженерной геодинамики* Урала. У него много учеников в этом направлении и это позволяет говорить о Пермской научной школе, руководителем которой он являлся. На геологическом факультете ПГУ читал курсы лекций по общей геологии, геотектонике, поискам и разведке подземных вод, инженерной геологии, геодинамике, инженерному карстоведению, руководил курсовыми и дипломными работами, работой аспирантов. Им подготовлено более 30 кандидатов наук, специалистов в области переработки берегов водохранилищ, карста, суффозии и других вопросов инженерной геологии.

Научное наследие И.А. Печеркина очень велико. За 42 года он опубликовал 361 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. Печеркин 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 посвящено 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. Подходы, намеченные Игорем Александровичем к изучению химической денудации, представляют интерес и сегодня.

Научно-организационные вопросы (9%). 31 работа посвящена информации 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 инженерной геологии (5%). Игорь Александрович был организатором нескольких десятков всесоюзных и международных конференций по инженерной геологии и карстоведению. Он выполнял огромную редакторскую работу, дав «путевку в жизнь» десяткам научных сборников и монографий.

Подводя итог, необходимо отметить, что проведенный анализ является далеко не полным и его необходимо продолжать и детализировать по различным направлениям научной деятельности И.С.Печеркина. Естественно необходимо развивать эти направления с учетом современного состояния науки.

На III Международной научно-практической конференции «Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность» посвященной 90-летию профессора И.А. Печеркина, состоявшейся в Перми, 14-15 ноября 2018 г. было принято проводить ежегодные Печеркинские чтения и считать проведенную конференцию Первыми Печеркинскими чтениями.

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. Каченов В.И., Копылов И.С., Красильников П.А., Середин В.В., Шувалов В.М. Кафедра инженерной геологии и охраны недр Пермского государственного национального исследовательского университета (1977-2017 гг.) // Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность. Сб. науч. ст. по мат. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 40-летию кафедры инженерной геологии и охраны недр Пермского университета. Пермь, 2018. С. 17-29.

3. Копылов И.С., Голдырев В.В., Ковин О.Н. О научном направлении – НШ «Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность» // Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность. Сб. науч. ст. по мат. Междунар. науч.-практ. конф. Гл. ред. И. С. Копылов; Пермь, 2016. С. 19-27.

4. Копылов И.С., Голдырев В.В., Ковин О.Н. О развитии научного направления – «Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность» (НШ «ГИГТБ») // Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность. Сб. науч. ст. по мат. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 40-летию кафедры инженерной геологии и охраны недр Пермского университета. Пермь, 2018. С. 30-34.

5. Копылов И.С., Голдырев В.В., Ковин О.Н. Научная школа Пермского университета и Естественнонаучного института «Геоэкология, инженерная геодинамика и геологическая безопасность» // Теория и методы исследований в естественных науках. Сб. науч. ст. по мат. Междунар. науч.-практ. конф. Гл. ред. И. С. Копылов; Пермь, 2016. С. 90-98.

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. 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.

8. 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.

9. 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.

10. Профессора Пермского университета. 1916-2016 / Гл. ред. В.И. Костицын. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2017. 451 с.

11. 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.

12. Середин В.В., Каченов В.И., Печеркина Л.А. О научном вкладе в развитие инженерной геологии И.А. Печеркина // Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность: сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. / Гл. ред. И.С. Копылов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2016. С. 13-18.

ПАРАДИГМА ТЕХНОСФЕРНОЙ РЕВОЛЮЦИИ И НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОСФЕРНОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Современное многообразие процессов, связанных с геологической деятельностью человека позволяет обосновать позиции наступления этапа техносферной революции. Результаты ее проявления оказывают существенное влияние на социально-экономические и экологические условия развития и жизни регионов. Необходимо понимание, системный учет факторов проявления техносферных изменений, их прогнозирование и управление.

Показаны концептуальные основы, формирующие парадигму техносферной революции. Обоснованы направления развития территорий Пермского края с позиции геоэкологической безопасности в условиях техносферной революции.

Ключевые слова: техносферная революция, парадигма, природные и техногенные факторы, техногенез, разработка полезных ископаемых, экономика, экология, геологическая безопасность.

V.A. Naumov¹, O.B. Naumova²

¹ Natural Sciences Institute, Perm State University

² Perm State University

PARADIGM TECHNOSPHERE OF THE REVOLUTION AND A SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF TERRITORIES OF THE PERM REGION IN TERMS OF THE TECHNOSPHERE REVOLUTION

The modern variety of processes associated with the geological activity of man allows us to justify the position of the onset of the stage of the technosphere revolution. The results of its manifestation have a significant impact on the socio-economic and environmental conditions of development and life of the regions. Need to understand the systemic factors manifestations of technospheric changes, their prediction and control. Shows the conceptual framework that forms the technosphere paradigm revolution. The directions of development of territories of the Perm region from the position of geo-environmental safety in the technosphere of the revolution.

Key words: technosphere revolution, paradigm, natural and technogenic factors, technogenesis, mineral development, economy, ecology, geological safety.

Введение

Современное многообразие процессов, связанных с геологической деятельностью человека позволяет обосновать позиции наступления этапа *техносферной революции*. Результаты ее проявления оказывают существенное влияние на социально-экономические и экологические условия развития и

жизни регионов. Необходимо понимание, системный учет факторов проявления техносферных изменений, их прогнозирование и управление.

Предпосылками техносферной революции являются:

1. Накопление критической массы техногенно-минеральных образований, развития техногенных и техногеогенных процессов на поверхности и в недрах Земли.

2. Гигантское разнообразие форм проявления, материалов техносферы.

3. Переход количественного накопления техногенных факторов изменения среды в качественное изменение ее состояния.

Концептуальные аспекты

1. Следует осознать, что мы вошли в новый этап геологического развития Земли. Сформирована новая оболочка – техносфера массой более 30 терратонн.

2. Пределы экологической емкости природного потенциала находятся в противоречии с необходимостью его использования.

3. Особенности урбанистики городов на отработанных участках недр и в связи с развитием на их фоне других геологических проблем природного и техногенного характера.

4. Становление и внедрение природоподобных технологий освоения вещества и пространства в новых условиях недропользования

Решаемые задачи:

1. Определить природно-ресурсный потенциал территорий.

2. Разработать программы обеспечения баланса между освоением природоресурсного потенциала, оптимальными и предельными техногенными нагрузками на территории.

3. Выделить негативные (деструкция территорий) и позитивные факторы развития техногенных процессов (природные и техногенные «фильтры» по утилизации парниковых газов за счет использования техногенного минерального сырья (белые моря, гипсовые породы и сульфатные воды...)

4. Решать проблемы экологической реабилитации территорий как составную часть общей проблемы техносферной революции.

Парадигма техносферной революции

Исследования выполняются в рамках новой (разрабатываемой нами) парадигмы научных взглядов «Парадигмы техносферной революции». Неизбежным этапом развития техносферной революции является необходимость работы над последствиями и несовершенством современных юридических и экономических подходов в использовании знаний горно-геологической отрасли. Все эти недочеты концентрируются в понятии «Экологические последствия разработки месторождений полезных ископаемых».

Современное направление развития экологии в горном производстве часто направлено на выявление и борьбу со следствиями незнания и неумения использовать первичные геологические данные. Борьба с причинами появления «экологических последствий» практически не ведется. Потому что многие эти

причины находятся в юридическом и экономическом полях, которые не являются предметом изучения горно-геологических наук. Хотя предметом для юридического и экономического обоснования и ликвидации причин служат первичные горно-геологические знания о составе, свойствах горных пород, миграции химических элементов подлежащих освоению как месторождения полезных ископаемых.

Выявление и выяснение особенностей вещественного состава горных пород и взаимодействующих с ними окружающих сред (водной, воздушной, других горных пород, воздействующих полей), пересмотр принципиальных сторон юридических и экономических норм, государственных подходов к недрам позволит по-новому подойти к эффективному и экологически безопасному освоению недр и разработке месторождений полезных ископаемых.

Современный этап отличает то, что на этапе геологического изучения и горного освоения недр не были найдены юридические и экономические механизмы.

Обоснование направлений развития территорий Пермского края

1. Геоэкологическая безопасность

1.1. Геоэкологическая безопасность урбанизированных территорий

Цель: Формирование системы мониторинга и прогнозирования состояния геологической безопасности урбанизированных территорий.

Основные проблемы для территорий Пермского края:

Анализ эндогенных и экзогенных факторов позволяет прогнозировать и принимать решения по предотвращению геологических угроз населению и инфраструктуре городов [1-8] (рис.1).

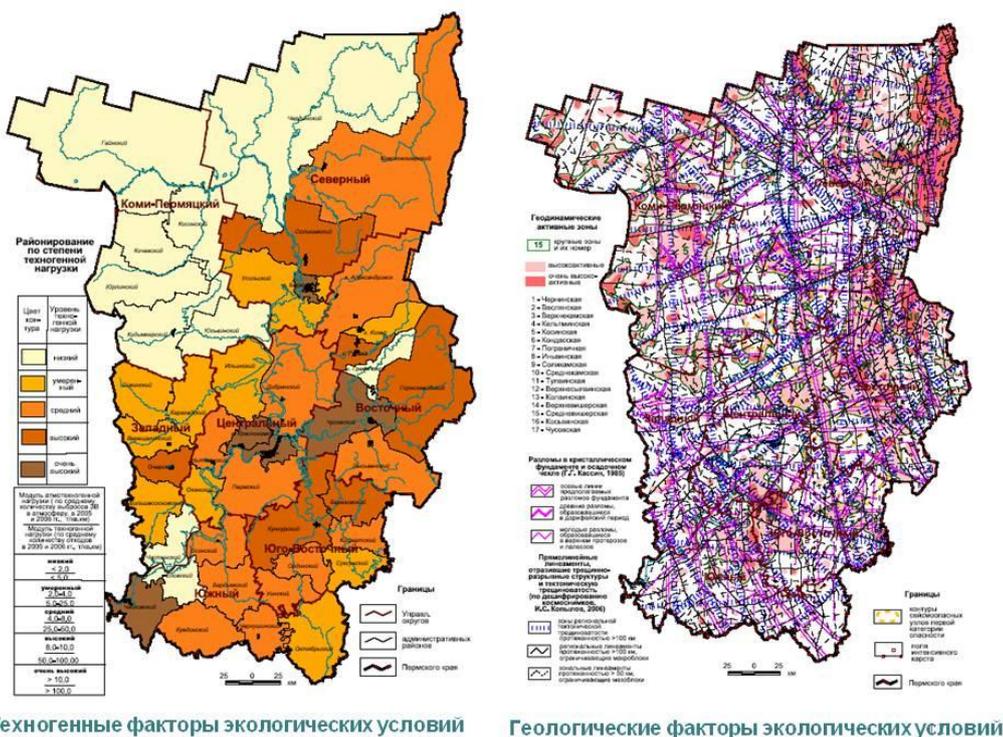


Рис.1. Геологические и техногенные факторы экологических условий [2-4]

Для г. Пермь.

Обоснована «Концепция геологической безопасности города Перми», Муниципальный заказ Администрации г. Перми 2009-2010 гг.

Основная опасность – экзогенные процессы (в т.ч., провалы, подтопления и др.), активизированные деятельностью человека, в том числе над выработанным пространством первогорода; разрушение инфраструктурных объектов.

Для гг. Березники, Соликамск. Основная опасность – экзогенные процессы (в т.ч., провалы, подтопления и др.), активизированные деятельностью человека, в том числе над выработанным пространством рудников; засоление поверхностных и подземных вод; потери минеральных ресурсов солей и др.

Для г. Кунгур. Основная опасность – экзогенные процессы (в т.ч., растворение пород, карстовые провалы, подтопление и др.), активизированные деятельностью человека.

Для г. Кудымкар. Основная опасность – экзогенные процессы (в т.ч., подтопление и др.), активизированные деятельностью человека.

Задача. Провести анализ, обобщение, актуализацию данных и выполнить комплекс специальных работ.

1.2. Геоэкологическая безопасность освоения природно-ресурсного потенциала территорий.

1.2.1. Минерально-сырьевые ресурсы.

1.2.2. Лесные.

1.2.3. Водные.

Место Пермского края по оценкам рейтингового агентства «Эксперт РА»:

- природно-ресурсный потенциал – наиболее сильная сторона региона (5-й в Российской Федерации);

- потребительский, финансовый, производственный, институциональный, инновационный и туристический потенциал (10-я по 14-я строка);

- трудовой потенциал (21-я строка).

Основная проблема – неразвитая инфраструктура (64-я строка из 85 регионов).

Опережающее развитие инфраструктуры – основной принцип капитализации природно-ресурсного потенциала региона

1.3. Реабилитация территорий после разработки угольных месторождений.

Предотвращение экологических последствий от разработки каменных углей. Направление по нейтрализации кислых шахтных вод Кизеловского угольного бассейна (проект на рассмотрении).

1.4. Реабилитация территорий после разработки месторождений калийно-магниевого солей.

Влияние отвального комплекса, участков шламохранилищ, изменение состава поверхностных и подземных вод, пыление, засоление территории.

1.5. Реабилитация территорий после разработки месторождений нефти, производства и переработки нефтепродуктов.

Влияние разработки месторождений нефти и производства нефтепродуктов на геологическую среду и геоэкологическое состояние территорий.

2. Комплексная оценка природно-ресурсного потенциала территорий Пермского края

Проведено обобщение и анализ информации по природным ресурсам районов; определены направления развития и сформированы инвестиционные проекты; созданы интерактивные модели освоения природных ресурсов с возможностью их экономической оценки и оценки изменения природно-ресурсного потенциала вследствие развития транспортной и энергетической инфраструктуры.

Разработаны алгоритмы и программы анализа пространственного распределения природных ресурсов с учетом и без учета инфраструктуры (рис.2).



Рис. 2. Технологическая схема последовательного геостатистического многофакторного анализа для разных уровней [9]

Результат:

Выполнены работы по заказу краевых властей:

- «Технико-экономическое обоснование комплексного освоения природно-ресурсного потенциала Горнозаводского горно-геологического района» (2005 г.).
- «Разработка концепции и технико-экономических соображений комплексного освоения природно-ресурсного потенциала промышленно-экономических районов Пермской области» (2006-2007 гг).
- «Составление инвестиционных проектов природопользования на территории Горнозаводского горно-геологического района» (2006 г).

3. Опережающее развитие транспортной и энергетической инфраструктуры (показано на рис. 3).

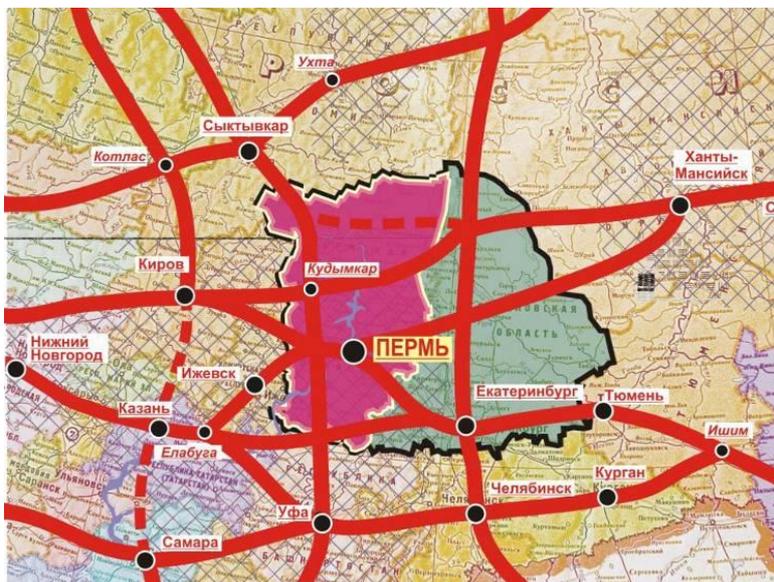


Рис. 3. Опережающее развитие транспортной и энергетической инфраструктуры

Обосновано предложение:

- «Анализ и оценка природно-ресурсного потенциала территорий вовлекаемых в проект «Белкомур».

4. Расширение минерально-сырьевого потенциала

Выделение и локализация перспективных площадей на твердые полезные ископаемые последующим выполнением комплекса геологоразведочных работ; выявление перспективных объектов

Достигнутый результат

Инициированы контракты за счет средств федерального бюджета (Роснедра); реализованы на территории Пермского края:

- «Поиски россыпного и рудного золота в отложениях мезокайнозоя Верхнекамской впадины» (2000-2001 гг.), территория КПАО;

- «Оценка ресурсного потенциала благородных металлов на территории Верхнекамской впадины (Коми-Пермяцкий автономный округ)» (2004-2007 гг.);

- «Поисковые работы на выявление месторождений рудного золота в углеродистых терригенно-карбонатных породах Промысловской площади Горнозаводского района» (2012-2014 гг.).

Работы выполнены при научно-методическом руководстве ЕНИ ПГНИУ.

- «Поисковые работы на рудное золото крупнообъемного типа («карлинский» тип) в известковисто-терригенных комплексах Пашийской перспективной площади на западном склоне Урала» (2015-2017 гг.).

Проект «взят» АО «Росгеология», исполнитель – ОАО «Геокарта-Пермь».

5. Создание кластера «строительные материалы»

Геологическое расположение Пермского края обеспечивает уникальное сочетание минеральных ресурсов, обеспечивающим возможность производства

широкого спектра строительных материалов, в т.ч. на основе инновационных технологий:

- строительный камень для каменного литья, базальтовых волокон, производства блоков, плит, щебня и др.;
- известняк для производства щебня, мелования бумаги, производства извести и т.д.;
- песчано-гравийные смеси для целей строительства;
- пески строительные, формовочные, стекольные;
- глины разного назначения;
- гипс и ангидрит для строительных целей;
- торф как топливо, источник энергии, строительный материал, удобрение;
- разнообразное сырье для химических производств продуктов для строительства;
- рассолы и гидроминеральное сырье;
- лесные и водные ресурсы;
- техногенные ресурсы.

6. Разработка природоподных технологий

Извлечение полезных компонентов из техногенно-минеральных образований (ТМО) путем использования природных законов разрушения, переноса и аккумуляции золотоносных фаз при развитии ТМО без их вовлечения в активную переработку и нарушения сложившейся экосистемы [8, 10-12].

Результат: Создана теоретическая база, проведены лабораторные испытания; идет поиск инвесторов и недропользователей; в 2017 г. подана заявка на МИГ с участием Туринского политехнического университета (Италия).

Заключение

Для территории Пермского края характерны все основные черты развития техносферной революции. Регион может оказаться лидером в обосновании качественных и количественных сторон проблемы и поиске путей ее решения.

Основная задача – поиск комплексных решений и разработка системы поиска баланса, оптимизации деятельности.

Необходимо научное обоснование условий развития и управления геологическими процессами в техносфере. Это может стать «фишкой» региона.

Научное обоснование может быть проведено на базе ЕНИ ПГНИУ

Библиографический список

1. 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. С. 632.

2. 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 / Ур. гос. гор. ун-т. Пермь, 2014
3. Копылов И.С. Региональные геологические факторы формирования экологических условий // *Успехи современного естествознания*. 2016. № 12-1. С. 172-177.
 4. 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.
 5. 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. С. 431.
 6. 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.
 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., Наумов В.А., Наумова О.Б., Харитонов Т.В. Золото-алмазная колыбель России. Пермь, 2015. 131 с.
 9. Красильников П.А., Коноплев А.В., Хронусов В.В., Барский М.Г. Геоинформационное обеспечение экономической оценки природно-ресурсного потенциала территорий Пермского края // *Экономика региона*. 2009. № 1 (17). С. 143-151.
 10. Наумов В.А. Концепция управления формированием месторождений на примере техногенных россыпей золота // *Естественные и технические науки*. 2010. № 2. С. 262-265.
 11. Наумов В.А. Минерагения, техногенез и перспективы комплексного освоения золотоносного аллювия. Автореферат дис. ... доктора геолого-минералогических наук / Пермский государственный университет. Пермь, 2010. 42 с.
 12. Наумов В.А., Наумова О.Б. Геология техногенно-минеральных образований // *Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность: сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. / гл. ред. И.С. Копылов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2018. С.45-52.*

ПЛАНЕТАРНЫЙ ПРОЦЕСС ГЛУБИНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ И ПЕРВИЧНЫХ АСТЕНОСФЕРНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Установлены закономерности размещения уникальных и крупных месторождений нефти и газа в земной коре, связи нефтегазогенерирующих глубинных зон образования углеводородов и первичных астеносферных землетрясений. Показана причинно-следственная связь между расположением крупнейших выявленных местоскоплений углеводородов (около 1000) и толщиной литосферы по регионам Земли. Только факты, и если их множество, могут оформиться в аргументы в пользу однозначности существования глубинных зон генерации углеводородов, на планетарной, реологической по своей сути, литосферно-астеносферной границе, с последующим «катастрофическим» прорывом в литосферу. В рамках предложенной модели следующий процесс миграции может быть как дискретным, так и «одномоментным». В основе модели, ее аналитической части, лежат известные физические формулы, преобразованные в геодинамические выражения, описывающие естественный процесс – гидрогазоразрыв кристаллических пород литосферы при достижении критического объема плюма. Представляется, что процесс накопления вещества в плюме и его эвакуация, пересекается и идет параллельно с другим планетарным процессом – землетрясением.

Ключевые слова: литосфера и астеносфера, глубинные зоны генерации, газовый плюм, естественный гидрогазоразрыв пород литосферы, закономерности распределения крупнейших месторождений нефти и газа, прогноз землетрясений.

S.V. Kozlov¹, I.S. Kopylov²

¹ PermNIPIneft Branch of LUKOIL-ENGINEERING LLC in Perm,

² Perm State University

THE PLANETARY PROCESS OF DEPTH HYDROCARBON FORMATION OF HYDROCARBONS AND PRIMARY ASTENOSPHERIC EARTHQUAKES

The regularities of the placement of unique and large oil and gas deposits in the earth's crust, the connection of oil and gas generating deep zones of hydrocarbon formation and primary asthenospheric earthquakes have been established. The causal relationship between the location of the largest identified hydrocarbon deposits (about 1000) and the lithosphere thickness in the regions of the Earth is shown. Just the facts, and if a lot of them, may be made in the arguments in favor of uniqueness of the existence of deep zones of hydrocarbon generation, planetary, rheological in nature, lithospheric-asthenospheric boundary followed by catastrophic break in the lithosphere. In the framework of the proposed model, the next migration process can be both discrete and «one-time». The model, its analytical part, are well-known physical formula, transformed into a geodynamic expression that describes a natural process – hydrofracturing crystalline rocks of the lithosphere when the critical volume of the plume. It seems that the process of accumulation of matter in the plume and its evacuation intersects and goes in parallel with another planetary process – an earthquake.

Key words: lithosphere and asthenosphere, deep zones of generation, gas plume, natural hydrofracturing rocks of the lithosphere, patterns of distribution of the largest oil and gas fields, earthquake prediction.

Генетическая цепочка местоскоплений нефти и газа, поддерживаемая последователями глубинного абиогенно-мантийного генезиса нефти, включает в себя четыре генетических звена, порождающих УВ-залежи. Это в порядке реализации процессов: генерация, миграция, аккумуляция и консервация [12-14]. В двоичной системе алгоритмирования появление одного минуса в любом месте генетического кода приводит к отрицательному результату. *Зона генерации* и будет основным предметом представленной работы.

Зона генерации углеводородов

В настоящее время существуют различные методики по определению мощности литосферы Земли. Наиболее объективно к этому подошли А.И. Коптев и А.В. Ершов [7], которые разработали уникальную методику, учитывающую многие параметры. Ими выполнен расчет термальной мощности литосферы Земли и распределения в ней значений температуры на основании фактических данных о топографии, возрасте океанического дна, структуре и составе коры, гравитационных аномалиях и среднегодовых значениях температуры на поверхности. Подошва литосферы определялась, как изотерма 1300 °С. Данные о термальной мощности литосферы, как указывают авторы, можно использовать при сравнительном геодинамическом анализе различных тектонических структур, а также в качестве исходных данных для численных расчетов в области геодинамики литосферы, например, при расчете глобального поля напряжений и деформаций литосферы.

Ф.А. Летников [10] акцентирует внимание на сверхглубинных процессах и подчеркивает: «Учитывая громадные размеры ядра и его высокий энергетический потенциал, очевидно, что даже незначительные флуктуации в мантии жидкого ядра будут сопровождаться значимыми по величине выбросами тепловой энергии в виде плюмов» [22]. Он же также установил, что импульсы интенсивной дегазации жидкого ядра Земли интерпретируются как плюмы. Их основу составляют восстановленные газы. В первую очередь – водород. Плюм на границе литосфера – астеносфера рассматривается в представленной модели как термодинамический реактор (P, V, T), где идет синтез углеводородов. Исходя из определения критической температуры – это максимальная температура, при которой жидкая и паровая фазы еще могут существовать в равновесии. При температуре выше критической существование жидкой фазы невозможно, т. е. фазовое состояние всех возможных углеводородов в зоне плюма – это газ на молекулярном уровне. Это очень важное замечание. Дискретный привнос из мантии вещества (энергии) в виде атомарного водорода нарушает равновесную систему. Традиционный принцип познания: от простого к сложному, т.е. состав плюма, порождающий углеводородную ветвь дегазации, вероятней всего, представляет устойчивую систему, где первокирпичиком, в последующей эволюции формы материи, такой как нефть, выступает молекула метана. Магматический плюм, включающий также газовую составляющую, но в значительно меньших объемах (в силу растворимости газов в магме) и представляющий горячую ветвь дегазации, в данной работе не рассматривается.

Сейчас достоверно установлено, что процессы изостазии или изостатического равновесия осуществляются в основании литосферы – в астеносфере. Астеносфера – слой менее вязкий, а, следовательно, более пластичный, чем подстилающая его верхняя мантия. Нарушение архимедова равновесия проявляется, прежде всего, как реакция на изменение скорости протекания геологических процессов, таких как выветривание, денудация, ледниковая деятельность, в т.ч. и техногенных процессов перераспределения дополнительной нагрузки на определенных участках территории. Накопление же объема вещества газового плюма, можно предположить, происходит более быстрыми темпами, чем экзогенные процессы на поверхности Земли. Восстановление изостатического равновесия происходит через тектонические нарушения – разломы, проходящие уже в хрупких кристаллических горных породах литосферы, с более значительными скоростями, при которых уже не может выполняться изостазия, как стабильный геологический процесс, т.е. катастрофическими темпами.

Ниже приведено итоговое выражение (выводы опущены) при котором начинается естественный гидрогазоразрыв горных пород литосферы за счет критического объема вещества, заключенного в газовом плюме:

$$V = (2 \cdot 0.49 \cdot \rho_{\text{ср}} \cdot h \cdot S) / \Delta\rho \quad (1),$$

где:

V – критический объем вещества в газовом плюме, м^3 ; $\rho_{\text{ср}}$ – средняя плотность горных пород литосферы, $\text{кг}/\text{м}^3$; h – мощность литосферы, м ; S – площадь плюма (цилиндр или перевернутый конус), м^2 ; $\Delta\rho = (\rho \text{ аст.} - \rho \text{ плюм})$, разность плотностей газового плюма ($\rho \text{ плюм}$) объемом (V) и окружающей геологической среды, т.е. плотности астеносферы ($\rho \text{ аст.}$), $\text{кг}/\text{м}^3$ [3, 20].

Глобальные и региональные следствия процессов миграции, аккумуляции и консервации УВ

При достижении критического объема вещества газового плюма происходит естественный гидрогазоразрыв пород литосферы и начинается следующая стадия – миграция. Последовательное усложнение C_1 - C_4 до более сложных молекул C_5 и выше происходит на путях миграции и, что нам особенно важно, при временных остановках на волноводах, где УВ система перестраивается, усложняется и стремится к новому состоянию устойчивой связи атомов углерода и водорода в этих изменившихся Р-Т условиях.

Ранее было отмечено [4], что изменяющиеся термодинамические условия «подталкивают» УВ молекулы к перестройке атомов углерода и водорода к молекулам большей устойчивости в новых Р-Т условиях за счет катализа. В геологической среде на путях вертикальной миграции УВ катализаторами выступают горные породы литосферы, состоящих из минералов или минеральных агрегатов (групп химических элементов). Катализаторы позволяют снижать энергию активации химических реакций и тем самым значительно повышать их скорость [11]. Хотя необходимо понимать, что катализ бывает и отрицательный.

На цифровую карту термальной мощности литосферы был наложен грид (слой) крупнейших месторождений нефти и газа мира (всего 995 месторождений, в т.ч. России – 157 месторождений), расположенных в различных нефтегазоносных провинциях Земли (рис. 1). Для каждого месторождения было найдено уникальное значение мощности литосферы. Сопоставление запасов нефти и газа, приведенного в обзоре, показало, что статистической обработке подверглось около 90% запасов традиционных углеводородов в мире.

Согласно принятой в настоящее время в России классификации ресурсов нефти и горючих газов (2013 г.) в базу данных включены уникальные и крупные месторождения нефти (более 30 млн т) и природного газа (более 30 млрд м³). Категория средних, мелких и очень мелких месторождений данной базой не охвачена. В настоящее время в мире открыто более 80 тысяч месторождений нефти и газа.

В результате анализа установлены следующие закономерности:

- в интервале мощности литосферы до 80 км – количество месторождений УВ-0.2%. Преимущественно газогидратные залежи в акватории морей и океанов;

- в интервале мощности литосферы 80-160 км – 3,5-5,5% по запасам и 9% по количеству месторождений нефти и газа;

- в интервале мощности литосферы 160-280 км – 90-95% по запасам и 87% по количеству месторождений нефти и газа;

- в интервале мощности литосферы более 280 км – около 4% по запасам и количеству месторождений нефти и газа.

Интерпретацию полученных данных с максимумом и по количеству месторождений нефти и газа, и по суммарным их запасам, можно объяснить следующим образом.

Высокая степень концентрации запасов нефти и газа (газа около 90%, нефти около 95%) в малом количестве уникальных и крупных месторождений, которых суммарно около 1000 единиц, становится эмпирической закономерностью их тяготения к интервалу мощности литосферы 160-280 км (и около половины запасов нефти и газа к интервалу 200-240 км).

В геодинамическом аспекте, ядро вещества газового плюма, мигрируя по главному разлому, порождает уникальные и крупные месторождения нефти и газа, а на опережающихся разломах, которых и больше, но материнского вещества (на порядок!?) меньше, рождаются средние, мелкие и очень мелкие месторождения нефти и газа, но все они, как спутники, концентрируются вблизи крупных скоплений УВ, образуя нефтегазоносные бассейны и области.

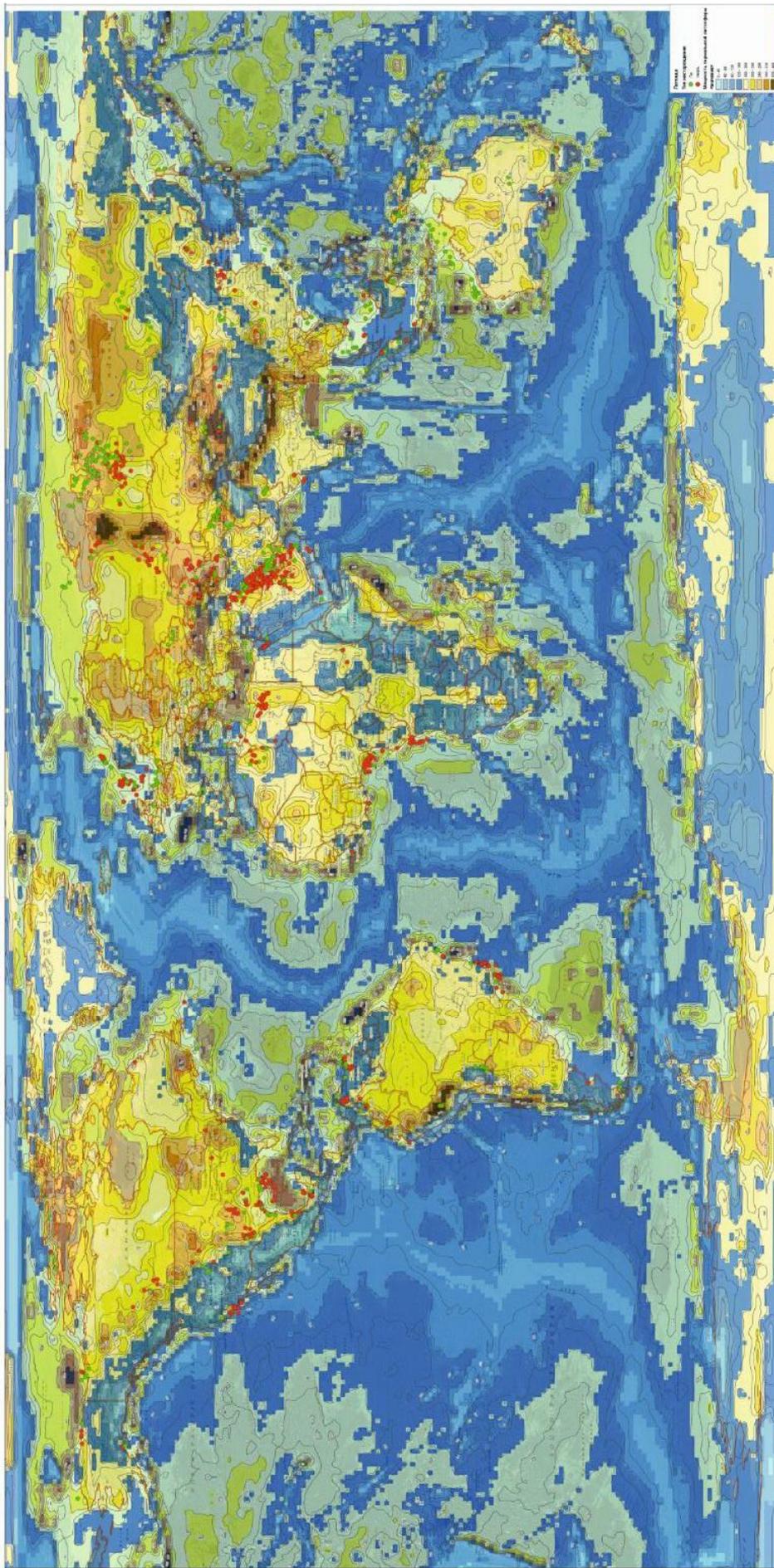


Рис. 1. Карта термальной мощности литосферы с выделением перспективных земель на нефть и газ

Бесперспективные земли в интервалах мощности литосферы: 0-80 км и более 360 км.

Земли с неопределенными перспективами в интервалах мощности литосферы: 80-160 км и 280-360 км.

Перспективные земли в интервале мощности литосферы: 160-280 км, в т.ч. высокоперспективные земли 200-240 км.

На рис. 2 отражена гистограмма распределения количества месторождений нефти и газа от мощности литосферы по различным регионам Земли, соотнесенные с запасами нефти и газа.

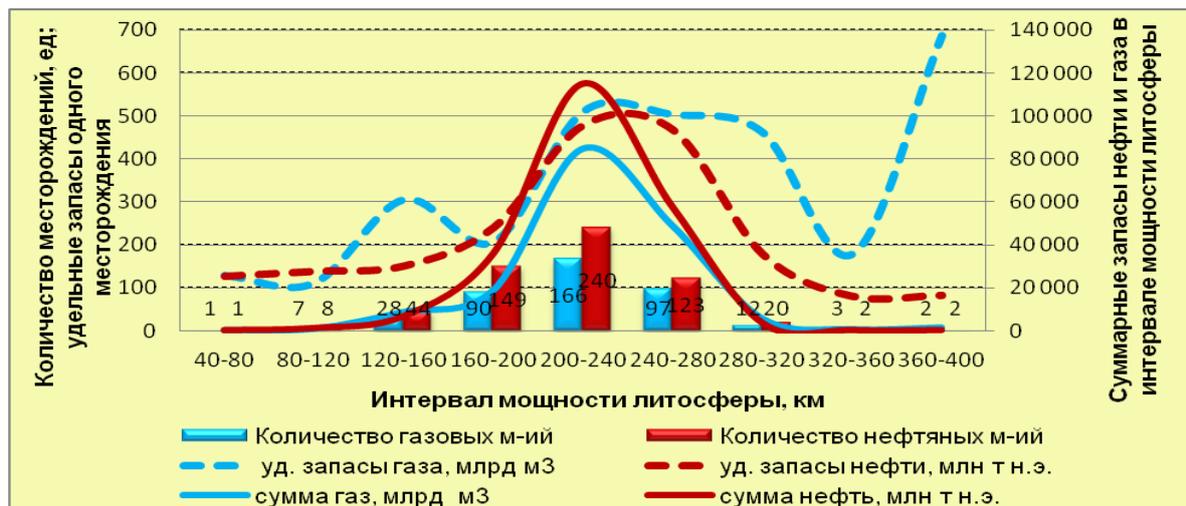


Рис. 2. Зависимость количества месторождений нефти и газа от мощности литосферы по различным регионам Земли соотнесенным с запасами нефти и газа

Удельные запасы нефти, приходящиеся на одно месторождение, также подчиняются нормальному распределению, как и суммы запасов нефти в выделенных интервалах мощности литосферы с некоторым смещением в область возрастания мощности литосферы. Удельные запасы газа, приходящиеся на одно месторождение, по виду кривой, подчиняются логнормальному распределению, что косвенно может указывать на потенциал открытия уникальных месторождений газа в интервалах развития мощности литосферы 240-360 км, где объем зоны генерации возрастает до сотен трлн м³.

P-T условия на указанной реологической границе находятся выше критических значений, т.е. все УВ находятся в газообразном состоянии. Процесс дифференциации на собственно жидкую и газовую фазы исходной УВ – смеси происходит при достижении P-T условий ниже критических. Такие условия возникают собственно выше, уже в земной коре.

Оптимальными условиями для синтеза УВ – смеси являются условия, правильнее сказать, давления, соответствующие глубинам 160-280км, причем оптимумом является глубина 220 км. Для указанного интервала мощности литосферы (160-280 км) на глубинах 75-110 км исходя из критических параметров (Ткр.) начинается процесс конденсации углеводородов C₁₆ и ниже. Чуть выше, на глубинах 30-50 км, все углеводороды до C₆ включительно приобретают характерные черты нефти, как жидкости с растворенным в ней газами (C₁-C₄).

Очень важный интервал, где сгенерированные углеводородно-кислотные (HCl, H₂SO₄, HF) гидротермальные водные флюиды конденсируются на глубинах 20-30 км, которые являются агрессивными по отношению к вмещающим горным породам. Эти флюиды активно создают вторичную

емкость вокруг первичных порово-трещинных зон пород коллекторов со значительными метасоматическими процессами.

Безусловно, возникает вопрос о достаточности исходного количества газового вещества в объеме плюма для генерации нефти. Исходя из закона сохранения масс, который констатирует: при любых процессах, происходящих в системе тел, ее масса остается постоянной, вытекает следующее.

Покажем это на конкретном примере. Подстановка значения средней плотности газового плюма в рамках предложенной модели на уровне 1775 кг/м^3 и его объема на уровне 500 млрд м^3 в базовое соотношение $\rho = m/v$, дает значение массы около 880 млрд т по УВ. Понятно, что данная оценка отражает 100% реализации процесса газ \rightarrow нефть. На самом деле в природе имеет место процесс с двумя ветвями: газ \rightarrow нефть и газ \rightarrow природный газ. Причем созидательная часть (образование собственно месторождений) значительно уступает безвозвратным потерям, таким как дегазация и диссипация УВ, т.е. $m_{1(\text{зона генерации})} = m_{2(\text{открытые м-ия})} + m_{3(\text{потенциальные м-ия})} + m_{4(\text{потери})}$. В первом приближении выполненные расчеты показывают достаточность исходного вещества для формирования уникальных и крупных месторождений нефти и газа.

На карте термальной мощности литосферы (рис.1) отражена перспективность земель на углеводороды относительно друг друга:

- 1 класс: бесперспективные земли в интервалах мощности литосферы: 0-80 км и более 360 км.

- 2 класс: земли с неопределенными перспективами в интервалах мощности литосферы: 80-160 км и 280-360 км.

- 3 класс: перспективные земли в интервале мощности литосферы: 160-280 км, в т.ч. высокоперспективные земли 200-240 км.

Количество открытых в настоящее время уникальных и крупных месторождений нефти и газа в указанных трех классах земель находятся в соотношении как 1 : 12 : 87, что практически указывает на процент вероятности открытия месторождений УВ в рамках предложенной модели.

Прогноз землетрясений

Прогноз землетрясения можно считать полным, если заблаговременно предсказываются три элемента будущего события: место, время и интенсивность (магнитуда) толчка.

Известны фундаментальные факты: перед землетрясением меняются механические, электрические свойства горных пород. Возникают разного рода аномалии геофизических полей, гидрогеологических и гидрохимических режимов подземных вод [16, 19]. Иногда землетрясению предшествует быстрое поднятие или опускание (в геологическом смысле) земной поверхности на несколько миллиметров в год. Как указывает А.И. Тимурзиев [13, 14], природа очага землетрясений (сейсмодислокаций в более широком понимании) давно разгадана и связывается со сдвиговыми (сколовыми в геомеханическом понимании) деформациями объема геосреды и обусловлена изменением объема и геометрии очага деформации.

В представленной работе под первичными землетрясениями понимаются колебания поверхности Земли с гипоцентром в подошве литосферы с образованием разломов. Глубины гипоцентров лежат в интервале 0-300 км и более, если они глубокофокусные. Отмечено также, что глубокофокусные землетрясения отличаются большой энергией и продолжительностью. Перечисленные явления, вероятней всего, имеют единую природу: они – результат прорыва газожидкостного плюма набравшего критический объем, который обеспечивает, так называемый первичный прорыв, сопровождаемый гидрогазоразрывом горных пород подошвы литосферы. Данный процесс и порождает тектонические подвижки, в т.ч. и просадки горных пород. Т.е. газовый плюм и есть тот внутренней источник энергии, порождающий катастрофические подвижки земной коры и создающий одновременно на своих путях, то, что мы потом называем углеводородами.

Очень точное определение этого процесса дано А.В. Каракиным и др. [2], «... УВ являются лишь маркерами движения всей флюидной системы в целом». Н.И. Павленковой [15] обстоятельно описывается природа волноводов (сейсмических границ), которые, как указывает автор, связаны, по всей видимости, с флюидонасыщенными областями. В литосфере такие слои – волноводы встречаются часто на глубинах 10-15 км, на уровне границы М, на глубинах 100 км и более. Данные факты и другие результаты сейсмических исследований показывают, что кора и литосфера обладают слоистой структурой. Слои с пониженной сейсмической скоростью не всегда связаны с петрологической неоднородностью пород литосферы. Наличие в породах флюидов может объяснить резкие изменения скоростей и слоистость верхней мантии. Ниже приведен сейсмический разрез (рис.3), иллюстрирующий сложную расслоенность пород литосферы Сибирского региона [18].

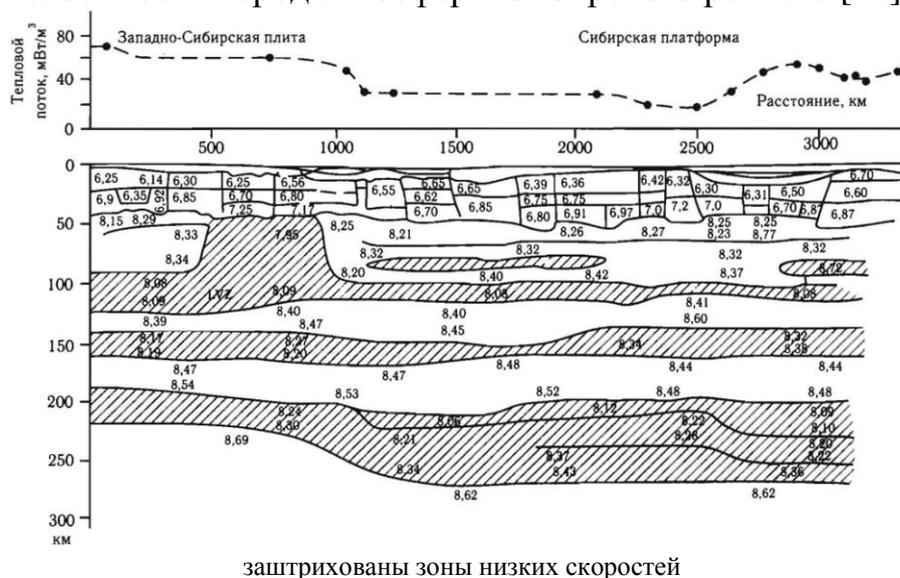
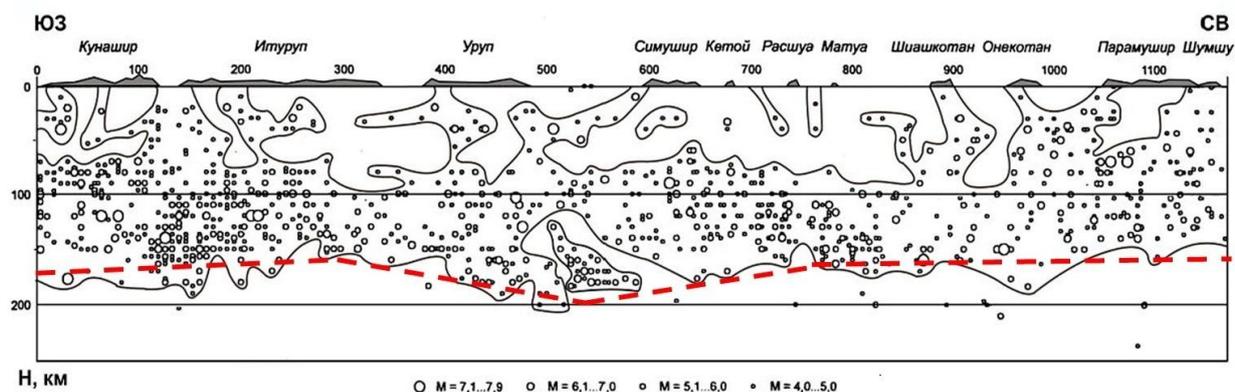


Рис. 3. Сейсмический разрез коры и верхней мантии Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы [18]

На рис. 4 отображен разрез гипоцентров землетрясений вдоль Курильской островной дуги за период инструментальных наблюдений с 1995 по 2000 годы по данным Сахалинского филиала ГС РАН в полосе 100 км [1].



красный пунктир – кровля астеносферы; разный размер кружочков соответствует разным значениям магнитуд землетрясений

Рис. 4. Глубинный разрез гипоцентров земной коры и верхней мантии вдоль Курильской дуги по данным ЮС ГС РАН за 1995-2000 гг.

Разрез показал, что в литосфере на глубинах от 70 до 200 км имеет место практически сплошное поле гипоцентров землетрясений, в то время как в земной коре под вулканами Курильской гряды часто имеются области отсутствия землетрясений. Т.е. с одной стороны мы наблюдаем, что районы, где вещество астеносферы имеет «разрядку» через вулканизм (на глубинах 60-100 км гипоцентры практически отсутствуют), а сосредоточены они на глубинах 100-200 км. Причем первичные землетрясения, как видно на рисунке, тяготеют к кровле астеносферы

Самое главное замечание в расстановке акцентов: или землетрясение провоцирует подъем флюида (газа) по разломам, или флюид провоцирует тектонические движения. В данной модели первичной силой и энергией является потенциальная энергия газового плюма.

Далее покажем это аналитически. Выразим силу (F), при которой происходит гидрогазоразрыв горных пород литосферы при соответствующем критическом объеме газового плюма.

$$F = g\Delta\rho V 2*0.49 \quad (2)$$

Далее вычисляем совершаемую работу по эвакуации газового плюма вверх по всей мощности литосферы ($h_{\text{лит}}$).

$$A = Fh_{\text{лит}} \quad (3)$$

В представленной модели реализовано, что только 1% от потенциальной энергии (работы) газового плюма преобразуется в кинетическую энергию в виде сейсмических колебаний. Магнитуда землетрясения оценивалась по формуле:

$$M = 2.3 (\lg E - 4.8) \quad (4)$$

Считается, что землетрясение на Земле не могут иметь магнитуду существенно выше 9,0. Подсчитано также, что на всей Земле за год высвобождается энергии порядка $0.5 \cdot 10^{19}$ Дж. и что, $\frac{3}{4}$ сейсмической энергии выделяется в очагах до глубины 70 км.

На рис. 5 отражена зависимость магнитуды первичных землетрясений от объема (диаметра) плюма с гипоцентром в кровле астеносферы. Теперь вернемся к началу раздела касающегося прогноза землетрясения: место, время и интенсивность (магнитуда) толчка. Методы сейсмической томографии сегодня позволяют оценить объем плюма. Проведение повторных замеров позволит оценить тренд процесса и дать временной прогноз развития событий, вплоть до катастрофического сценария.

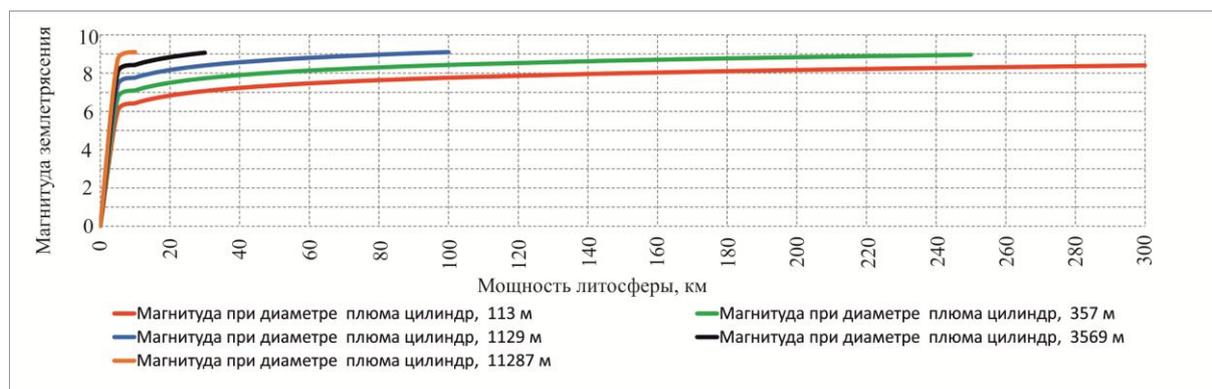


Рис. 5. Зависимость магнитуды первичных землетрясений с гипоцентром в кровле астеносферы

Многими исследователями отмечается, что очаги генерации УВ систем увязываются с кольцевыми и эллипсоидными морфоструктурами в земной коре [8, 9, 17], что позволяет спроецировать унаследованность форм от восходящих астеносферных плюмов, сформированных в зонах генерации первичного углеводородного «бульона» практически до самой дневной поверхности. При сопоставлении всей неразрывной углеводородной ГМАКовской цепочки выявляются следующие связи.

Ямальский морфоструктурный «феномен» образующихся воронок (сегодня и раньше), логично объясняется с позиций естественного гидрогазоразрыва вечномерзлотных пород продуктами разложения газовых гидратов, которые вышли из состояния самоконсервации по причинам эндогенного повышенного теплового потока (климат не может оказывать влияние на процессы ниже глубины зоны постоянных температур). Известно, что при разложении одного «гидратного куба» по разным оценкам выделяется около 150-180 м³ газа. Разложение гидратов обычно происходит более легко, чем их образование, но в случае гидратов углеводородов при температурах ниже 0°C в области относительно невысоких давлений, где они метастабильны, разложение происходит не сразу, и гидраты могут храниться долгие годы за счет эффекта самоконсервации [3-6, 20]. Спонтанное увеличение объема в сотни раз в некотором замкнутом пространстве сопровождается, безусловно, и

архимедовой выталкивающей силой ко всему, что находится выше «гидратного куба» и приводит к морфоструктурным «феноменам». На языке специалистов, данный «феномен» объясняется еще короче: завершающий этап в эволюции газов, в т.ч. и углеводородных, прошедших путь от ядра до поверхности Земли.

Заключение

Таким образом, только факты, и если их множество, могут оформиться в аргументы в пользу однозначности существования глубинных зон генерации углеводородов, на планетарной, реологической по своей сути, литосферно-астеносферной границе, с последующим «катастрофическим» прорывом в литосферу. В основе модели, ее аналитической части, лежат известные физические формулы, преобразованные в геодинамические выражения, описывающие естественный процесс – гидрогазоразрыв кристаллических пород литосферы при достижении критического объема плюма. Показана причинно-следственная связь между расположением крупнейших выявленных месторождений УВ (около 1000) и толщиной литосферы по регионам Земли.

Соизмеримость плотности газового флюида и вмещающих горных пород на глубинах верхней мантии, находящихся в вязко-пластичном состоянии, а также идущий параллельный процесс, сопровождающийся повышением температуры восходящего потока, создают емкостное генерационное пространство с последующим накоплением большого миграционного объема УВ. И этот газовый плюм, «всплывая», согласно подъемной силе Архимеда, к границам астеносферы, рано или поздно достигнет границы уже кристаллических горных пород и спровоцирует тектонические подвижки консолидированной земной коры с возникновением разломов и первичных землетрясений [20]. В силу дискретности процессов генерации – миграции УВ волноводы представляются аккумуляторами флюидов в данной цепочке с накоплением вещества и его последующей разрядкой в земной коре в виде тектонических движений с вторичными землетрясениями.

Библиографический список

1. Злобин Т.К., Волков И.А., Полец А.Ю. Анализ вулканизма и сейсмичности в литосфере Курил // Вулканизм, биосфера и экологические проблемы. Сб. Туапсе: НИГТЦ ДВО РАН, 2006. С.39.
2. Каракин А.В., Курьянов Ю.А., Павленкова Н.И. Разломы, трещиноватые зоны и волноводы в верхних слоях земной оболочки. МПР, РАЕН, ВНИИгеосистем, «Дубна». М., 2003.
3. Козлов С.В. Глубинная углеводородная парадигма-альтернатива, или реальность в происхождении нефти. (Научно-популярная версия). Электронный журнал «Глубинная нефть». Том 2. №6, 2014.
4. Козлов С.В. Гидротермобарический барьер в эволюции УВ для условий океанической коры. Современное состояние теории происхождения, методов прогнозирования и технологий поисков глубинной нефти // 1-е Кудрявцевские Чтения. Мат. Всерос. конф. по глубинному генезису нефти. М.: ЦГЭ, 2012.
5. Козлов С.В. Гидратное перемирие в происхождении нефти и газа // Мат. Всерос. конф. с межд. участием, посвященной 100-летию со дня рождения академика П.Н. Кропоткина. М.: ГЕОС, 2010. С.228-232.

6. Козлов С.В. О роли гидротермобарического барьера в эволюции газовых гидратов // Сб. мат. Всерос. науч.-практ. конф. Теоретические и практические аспекты исследований природных и искусственных газовых гидратов. Якутск: Ахсаан, 2011. С.86-94.
7. Коптев А.И., Еришов А.В. Термальная мощность литосферы Земли: численная модель // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2011. Т.4, №5. С.25–32.
8. Копылов И.С. Анализ результатов и перспективы нефтегазопроисковых аэрокосмогеологических исследований Пермского Приуралья // Вестник Пермского университета. Геология. 2015. № 4 (29). С. 70-81.
9. Копылов И.С., Козлов С.В. Неотектоническая модель нефтидогенеза и минерагеническая роль геодинамических активных зон // Вестник Пермского университета. Геология. 2014. № 1 (22). С. 78-88.
10. Летников Ф. А. Сверхглубинные флюидальные системы Земли и проблемы рудогенеза // Геология рудных месторождений. 2001. № 4. С. 291–307.
11. Сейфуль-Мулюков Р.Б. Геологическое и геохимическое обоснование глубинного генезиса нефти. Электронный журнал «Глубинная нефть». Том 1. №12. 2013.
12. Тимурзиев А.И. К созданию новой парадигмы нефтегазовой геологии на основе глубинно-фильтрационной модели нефтегазообразования и нефтегазонакопления // Геофизика. 2007. № 4. С. 49-60.
13. Тимурзиев А.И. Мантийные очаги генерации углеводородов: геолого-физические признаки и прогнозно-поисковые критерии картирования; закономерности нефтегазоносности недр как отражение разгрузки в земной коре мантийных УВ- систем. Электронный журнал «Глубинная нефть». Том 1. №10. 2013. С.1498-1544.
14. Тимурзиев А.И. Современное состояние теории происхождения и практики поисков нефти: тезисы к созданию научной теории прогнозирования и поисков глубинной нефти. Электронный журнал «Глубинная нефть». Том 1. №1. 2013. С.18-44.
15. Павленкова Н.И. Роль глубинных геофизических исследований в решении проблемы дегазации Земли и формирования неорганической нефти. Электронный журнал «Глубинная нефть». Том 1. №6. 2013.
16. Тихонов А.И., Копылов И.С. Явление поступления глубинных вод из земных недр и их роль в развитии Земли // Вестник Пермского университета. Геология. 2014. № 4 (25). С. 43-55.
17. Donofrio R.R. North American impact structures hold giant field potential // Oil and Gas J., 1998. 96, 19. pp. 69-80.
18. Egorkin A.V., Zyuganov S.K., Pavlenkova N.I. Chernyshov N.M. Results of lithosphere studies from long-range profiles in Siberia // Testonophysics. 1987. V. 140, №1. pp. 29-47.
19. Jens Hartmann, Jason K. Levy. Hydrogeological and Gas Geochemical Earthquake Precursors – A Review for Application // Natural Hazards. 2005. V 34, №3. pp. 279-304.
20. Kozlov S.V. The oil and gas generating deep zones of formation of hydrocarbons and primary astenosferny earthquakes as uniform planetary process // Norwegian Journal of development of the International Science. 2017. V. 1, № 8. pp.14-26.
21. Kopp M.L., Kolesnichenko A.A., Verzhbitsky V.E., Kopylov I.S. Recent dynamics and probable origin of the tulva upland in the Perm Foreurals // Geotectonics. 2008. V. 42. № 6. pp. 448-468.
22. Nataf H.C. Seismic imaging of mantle plumes Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 2000. V. 28. pp. 391-417.

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ГЕОЛОГИЧЕСКОГО
ОБРАЗОВАНИЯ: ИТОГИ ТРЕХЛЕТНЕГО НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СЕМИНАРА ПО ГЕОЛОГИИ
В ПЕРМСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ И НИИ ГИГГБ**

Рассматриваются современные проблемы геологии и геологического образования. Показано развитие научной школы Пермского государственного национального исследовательского университета «Геоэкология, инженерная геодинамика и геологическая безопасность». Показано развитие интеграции науки и образования на примере организации двух семинарских дисциплин: «Научно-исследовательский семинар по геологии» и «Современные проблемы геологии». Приведены общие методические принципы и подходы для развития компетенций, комплексных геологических знаний и научной деятельности студентов. Приведены результаты научных семинаров по геологии за последние 3 года.

Ключевые слова: наука, научная школа Университета, современные проблемы геологии, научная и образовательная деятельность.

I.S. Kopylov

Perm State University

**MODERN PROBLEMS OF GEOLOGY AND GEOLOGICAL EDUCATION:
THE RESULTS OF A THREE-YEAR SCIENTIFIC RESEARCH
WORKSHOP ON GEOLOGY IN PERM UNIVERSITY AND SCIENTIFIC
SCHOOL «GEOECOLOGY, ENGINEERING GEODYNAMICS AND
GEOLOGICAL SAFETY»**

The current problems of geology and geological education are considered. The development of the Perm State National Research University scientific school «Geoecology, engineering geodynamics and geological safety» is shown. The development of the integration of science and education is shown by the example of the organization of two seminar disciplines: «Research Seminar on Geology» and «Modern Problems of Geology.» The general methodological principles and approaches for the development of competencies, integrated geological knowledge and scientific activities of students are given. The results of scientific seminars in geology over the past 3 years are given.

Keywords: science, scientific school of the University, modern problems of geology, scientific and educational activities.

Изучение геологических дисциплин является неременной основой фундаментального образования, т.к. позволяет личности получить объективные представления о строении окружающего мира, планетарных, региональных и локальных геологических процессах, определяющих экологически безопасную жизнедеятельность природопользования, осуществление технических проектов [2]. В основу геологического образования в России с самого его зарождения

вплоть до наших дней был положен **принцип триединства: геологическая наука – обучение – геологическая практика**[5].

В последнее время в России отмечается ухудшение качества высшего профессионального образования (по сравнению с 70-80 гг. XXв.) в т.ч. – геологического. Это касается всех вузов с геологическим профилем, включая самые высокорейтинговые.

Отмечается несколько системных причин, главные из которых: 1) слабая подготовка абитуриентов (из средней школы) как в бакалавриат, так и в магистратуру и 2) проблемы современной геологии.

Главные проблемы современной геологии можно сгруппировать в 4 группы:

1. Теоретические и методологические проблемы геологии.
2. Методические проблемы геологии, отдельных ее разделов, направлений.
3. Региональные проблемы геологии.
4. Человеческий фактор (столкновение гипотез, кризис науки в целом и геологии в частности, разобщение ученых, отсутствие взаимопонимания, конфликты интересов в современных экономических условиях).

Реорганизация геологической отрасли и сокращение ее финансирования. Последнее коснулось в первую очередь региональных (геологосъемочных, структурно-геологических, геохимических, гидрогеологических, аэрокосмогеологических) работ, которые практически перестали проводиться или проводятся в усеченных объемах. Это привело к нарушению баланса: профессиональное образование – наука и производство.

Серьезно пострадало качество геологического образования во многих вузах, поскольку постоянно уменьшается количество опытных преподавателей (прошедших «настоящую геологическую школу жизни»), а молодая их смена такого геологического опыта уже не имеет; также практически потеряна возможность прохождения качественных практик у студентов по всем видам исследований. Уменьшаются возможности студентов проведения научных исследований в силу потери связи с производством и ухудшением качества лабораторной базы университетов. Наблюдается тенденция узкой специализации в геологии, что отражается на разобщении специальностей в геологической науке и уменьшении универсальности геологического образования в университетах.

Пермский классический университет (ПГНИУ) традиционно считается одним из лучших университетов страны (с системой геологического образования), имеющий известные научные геологические школы. В структуру ПГНИУ входит геологический факультет (с 6-ю профильными кафедрами), подготовивший за столетие своего существования десятки тысяч специалистов – геологов.

Одной из научных школ Пермского университета является научная школа **«Геоэкология, инженерная геодинамика и геологическая безопасность» (НШ «ГИГБ»)**, основы которой заложил **Печеркин Игорь Александрович** (1928-1991), д.г.-м.н., профессор, заслуженный деятель науки и техники России,

основатель кафедры инженерной геологии Пермского университета [4]. В настоящее время НШ «ГИГГБ» включает 20 ученых и специалистов (в т.ч. – 3 докторов и 7 кандидатов наук).

Целью деятельности НШ «ГИГГБ» является создание нового научного знания, актуального для теории и практики путем проведения фундаментальных и прикладных научных исследований; развитие научного потенциала, обеспечение преемственности поколений в научном сообществе 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. Одной из важнейших задач НШ «ГИГГБ» является проведение научных конференций различных уровней и научных семинаров в рамках общей образовательной программы (ООП) ПГНИУ [8-10].

Главная цель научных семинаров – развитие комплексных геологических знаний и научной деятельности студентов.

Анализ первоначальных знаний и компетенций студентов (путем анкетирования и тестов входного контроля) показал на общий недостаточный уровень их подготовки. При этом более половины студентов – очников и подавляющее число заочников имели крайне низкий уровень научно-исследовательской подготовки, не имели понятий о методике составления простейшей научной статьи. В среднем 25-30% студентов имели 1 публикацию (обычно тезисы студенческой конференции) и только 5-10% более 1 публикации (как правило, именно эти студенты впоследствии получали за семинары максимальные 100-балльные оценки).

Общие методические принципы и подходы для развития компетенций, комплексных геологических знаний и научной деятельности студентов

Сформированы общие методические принципы, которыми автор руководствовался при проведении НИС и других геологических дисциплин, которые условно разделены на 3 группы:

Методические:

- анализ методик преподавания дисциплины в практике университетов;
- разработка «Курса лекций и презентаций» и его постоянное развитие;
- анализ знаний у студентов по предмету и степени подготовленности (тест входного контроля).

Образовательные:

- чтение краткого теоретического курса (в зависимости от объема часов);
- проведение теоретических семинаров (с обсуждениями);
- зачетные контрольные точки (билеты, тесты, рефераты);
- проведение практических занятий в подгруппах (2-4 человека);
- направленность студентов на самоподготовку, самоанализ, самооценку. Индивидуальный, личностной подход, самооценка (психология и педагогика).

Научно-образовательные:

- аналитика. Направленность студентов на комплексный геологический анализ и решение главных задач по проблеме;
- систематизация результатов и решение научных задач, доклады, публикации;
- решение геологических задач по предмету в рамках направлений кафедр (или смежных), курсовых и выпускных работ.

Ниже показано развитие интеграции науки и образования в Пермском университете на примере организации двух семинарских ООП: «Научно-исследовательский семинар по геологии» и «Современные проблемы геологии», проведенные за последние 3 года.

Дисциплина «***Научно-исследовательский семинар по геологии***» (НИС) направлена на формирование у студентов магистрантов навыков правильного планирования и проведения научно-исследовательских работ; анализа уровня развития изучаемой отрасли геологии с использованием фондовой и опубликованной литературы и обоснования по его результатам цели исследования; выбора оптимальной методики достижения планируемых результатов; анализа полученных данных; оформления результатов в соответствии с требованиями и их презентации с использованием современных медиа технологий. Научно-исследовательский семинар является формой сквозной организации научно-исследовательской работы магистрантов в течение всего времени обучения, создающей условия для формирования компетенций комплексного применения знаний и навыков, получаемых в ходе обучения по всем дисциплинам программы, в процессе создания магистерской диссертации. Работа в НИС должна давать магистранту первый, минимальный опыт деятельности в профессиональной сфере и утверждения себя как исследователя, ведущего самостоятельную работу, способного определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.

Цель научно-исследовательского семинара

Целью дисциплины является обеспечение слушателей достаточным комплектом учебно-методических материалов для подготовки студентов к самостоятельной производственной деятельности путем формирования общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с действующими образовательными программами магистратуры, формирование компетенций самостоятельного поиска и аналитической обработки информации для обоснования постановки проблем, формулировки задачи и выбора методов исследований разного типа (теоретического, прикладного, проектного), включая комплексные и междисциплинарные исследования по проблемам геологии.

Задачи научно-исследовательского семинара:

1. Формирование навыков самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности, требующей высшего образования в выбранном направлении.

2. Формирование умения:

- получения, обработки, интерпретации и хранения научной информации по проблемам геологии, гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии на федеральном, региональном и вузовском уровнях;

- проведения самостоятельных творческих исследований по анализу основных тенденций развития теории и практики геологии, гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии в России и за рубежом;

- по выполнению анализа и обобщению результатов научно-исследовательских работ с использованием современных достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области геологии, гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии.

- исследовательской деятельности по разработке и внедрению современных технологий в области геологии, гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии.

3. Формирование заявленных компетенций в процессе подготовки специалистов имеющих современное представление о правильном планировании и проведении научно-исследовательских работ, обеспечении достоверности полученных данных, правильном оформлении результатов исследований с соблюдением принятых этических норм и их презентации для всеобщего обсуждения.

4. Формирование способности определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.

Компетенции, формируемые у студентов в процессе прохождения научно-исследовательского семинара:

- способность критически анализировать, представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности;

- владеть навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей;

- готовность к практическому использованию нормативных документов при планировании и организации научно-производственных работ;

- способность формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении программы магистратуры.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды текущего контроля: устный опрос по отдельным темам, подготовка докладов и презентаций по темам семинарских занятий, подготовка к публикации 3-х научных статей.

В учебном плане дисциплина находится в базовой части М1. БЧ., объем 4 зачетных единиц (144 часов, в т.ч. аудиторных занятий – 72 часа), форма отчетности экзамен. Дисциплина проводилась для магистратуры 1 курса в течение 2-х семестров для кафедр: геофизики (Г), региональной и нефтегазовой геологии (РиНГГ), минералогии и петрографии (МиП), поисков и разведки полезных ископаемых (ПиРПИ), динамической геологии и гидрогеологии

(ДГиГГ), инженерной геологии и охраны недр (ИГиОН). Ведущая кафедра инженерной геологии и охраны недр.

Структура дисциплины приведена в табл. 1.

Таблица 1

Структура дисциплины «Научно-исследовательский семинар по геологии»

Семестр	Направление тематики	Общее содержание	Форма отчетности
1 (по профилю магистратуры и направлениям кафедр)	Теоретические вопросы и проблемы геологии	Теоретические вопросы и проблемы геологии (по профилю магистратуры). Обсуждение возможных тем маг. диссертации с учетом ранее выполненной выпускной работы	Презентация доклада
	Методы исследований	Методы исследований (по профилю магистратуры). Выбор темы маг. диссертации по согласованию с руководителем	Презентация доклада
	Региональный геологический анализ	Региональный геологический анализ (по профилю магистратуры). Способы получения и источники научной и геологической информации	Презентация доклада
	Решение прикладных задач	Решение прикладных задач (по профилю магистратуры). Представление результатов проведения научно-исследовательских работ (НИР) в виде научной статьи или тезисов конференции	Научная публикация. Доклад на конференции
2 (в рамках магистерского направления)	Теоретические вопросы и проблемы геологии	Теоретические вопросы геологии (в рамках магистерского направления). Составление проекта маг. диссертации и его презентация для общего обсуждения	Презентация доклада
	Методы исследований	Методы исследований (в рамках магистерского направления). Представление результатов проведения НИР в виде презентации доклада	Презентация доклада
	Региональный геологический анализ	Региональный геологический анализ (в рамках магистерского исследования). Представление результатов проведения НИР работ в виде научной статьи или тезисов конференции	Научная публикация. Доклад на конференции
	Решение прикладных задач	Решение прикладных задач (в рамках магистерского исследования). Представление результатов проведения НИР в виде научной статьи	Научная публикация. Доклад на конференции

Дисциплина *«Современные проблемы геологии»* направлена на формирование у студентов магистрантов представлений об основных проблемах геологии и тенденциях эволюции современных взглядов на ход геологического развития планеты; умение анализировать многообразную информацию о геологическом строении и геологическом развитии планеты с точки зрения существующих теорий и гипотез; определение тенденций в

развитии того или иного направления геологической науки; наработки навыков проведения научно-исследовательских работ; анализа уровня развития изучаемой отрасли геологии с использованием фондовой и опубликованной литературы и обоснования по его результатам цели исследования; выбора оптимальной методики достижения планируемых результатов; анализа полученных данных; оформления результатов в соответствии с требованиями и их презентации с использованием современных медиа технологий. Дисциплина является логическим продолжением НИС по геологии.

Целью дисциплины «Современные проблемы геологии» является формирование у студентов определенного состава компетенций (результатов освоения) для подготовки к профессиональной и научной деятельности, умения самостоятельного поиска и аналитической обработки информации для обоснования постановки проблем, формулировки задачи и выбора методов исследований разного типа (теоретического, методического, прикладного), включая комплексные и междисциплинарные исследования по проблемам геологии.

Цели освоения дисциплины соответствуют целям основной образовательной программы для направления магистратуры 05.04.01. «Геология» профиля «Геология месторождений золота и мелких ценных минералов».

Предметом дисциплины являются теоретические, методологические, методические и прикладные аспекты и проблемы геологии современного периода.

Дисциплина «Современные проблемы геологии» является формой сквозной организации научно-исследовательской работы магистрантов, создающей условия для формирования компетенций комплексного применения знаний и навыков, получаемых в ходе обучения по всем дисциплинам программы, в процессе создания магистерской диссертации.

Формируемые компетенции:

- способность самостоятельно приобретать, осмысливать, структурировать и использовать в профессиональной деятельности новые знания и умения, развивать свои инновационные способности;
- способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность (профиль) программы магистратуры;
- способность самостоятельно формулировать цели исследований, устанавливать последовательность решения профессиональных задач.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды текущего контроля: устный опрос по отдельным темам, подготовка докладов и презентаций по темам семинарских занятий, подготовка к публикации 1 научной статьи.

В учебном плане дисциплина находится в базовой части М1. БЧ., объем 3 зачетных единиц (108 часов, в т.ч. аудиторных занятий – 36 часов), форма отчетности экзамен. Дисциплина проводится для магистратуры 2 курса в

течение 1-го семестра. Ведущая кафедра поисков и разведки полезных ископаемых. Структура дисциплины приведена в табл. 2

Таблица 2

Структура дисциплины «Современные проблемы геологии» для направления магистратуры 05.04.01. «Геология» профиля «Геология месторождений золота и мелких ценных минералов» [1-3, 6, 7, 11-14]

Научные разделы дисциплины	Общее содержание и вопросы	Форма отчетности
1. Теоретические и методологические проблемы геологии	<p>1.1. Введение в дисциплину. Обоснование основных современных проблем геологии.</p> <p>1.2. Теоретические и методологические проблемы геологии (Геология как наука и область деятельности людей. Предмет, задачи и методы геологической науки. Методология, принципы и методы изучения недр Земли. Основные направления геологических исследований. Математизация геологии).</p> <p>1.3. Новейший период развития геологических наук и научная революция в геологии второй половины XX – начала XXI вв.</p> <p>1.4. Современное состояние и ближайшие перспективы геологических наук</p>	Презентация доклада
2. Геодинамика земных недр. Глобальная эволюция Земли	<p>2.1. Современное представление о строении Земли.</p> <p>2.2. Проблема фиксизма и мобилизма. Геодинамические системы и циклы.</p> <p>2.3. Основные принципы построения глобальной модели динамики Земли.</p>	Презентация доклада
3. Современные проблемы геологических наук	<p>3.1. Современные проблемы минерагении, металлогении, поисков и разведки коренных и россыпных месторождений золота и мелких ценных минералов.</p> <p>3.2. Современные проблемы нефтегазовой геологии, поисков углеводородов. Вопросы органического и неорганического происхождения нефти.</p> <p>3.3. Современные проблемы геоэкологии, гидрогеологии, инженерной геологии, геологической безопасности городов и объектов</p>	Презентация доклада
4. Системный аэрокосмогеологический анализ, как комплексный метод решения геологических, геоэкологических, гидрогеологических, инженерно-геологических проблем, задач региональной, поисковой и нефтегазовой геологии	<p>4.1. Современные аэрокосмические методы в геологии.</p> <p>4.2. Дистанционные методы поисков коренных и россыпных месторождений золота и других полезных ископаемых.</p> <p>4.3. Комплексный аэрокосмогеологический анализ.</p>	Научная публикация. Доклад на конференции

Основные результаты научно-исследовательских семинаров

За период обучения студентов – магистрантов и проведения НИС с 2015 по 2018 гг. было заслушано и обсуждено более 813 докладов-презентаций.

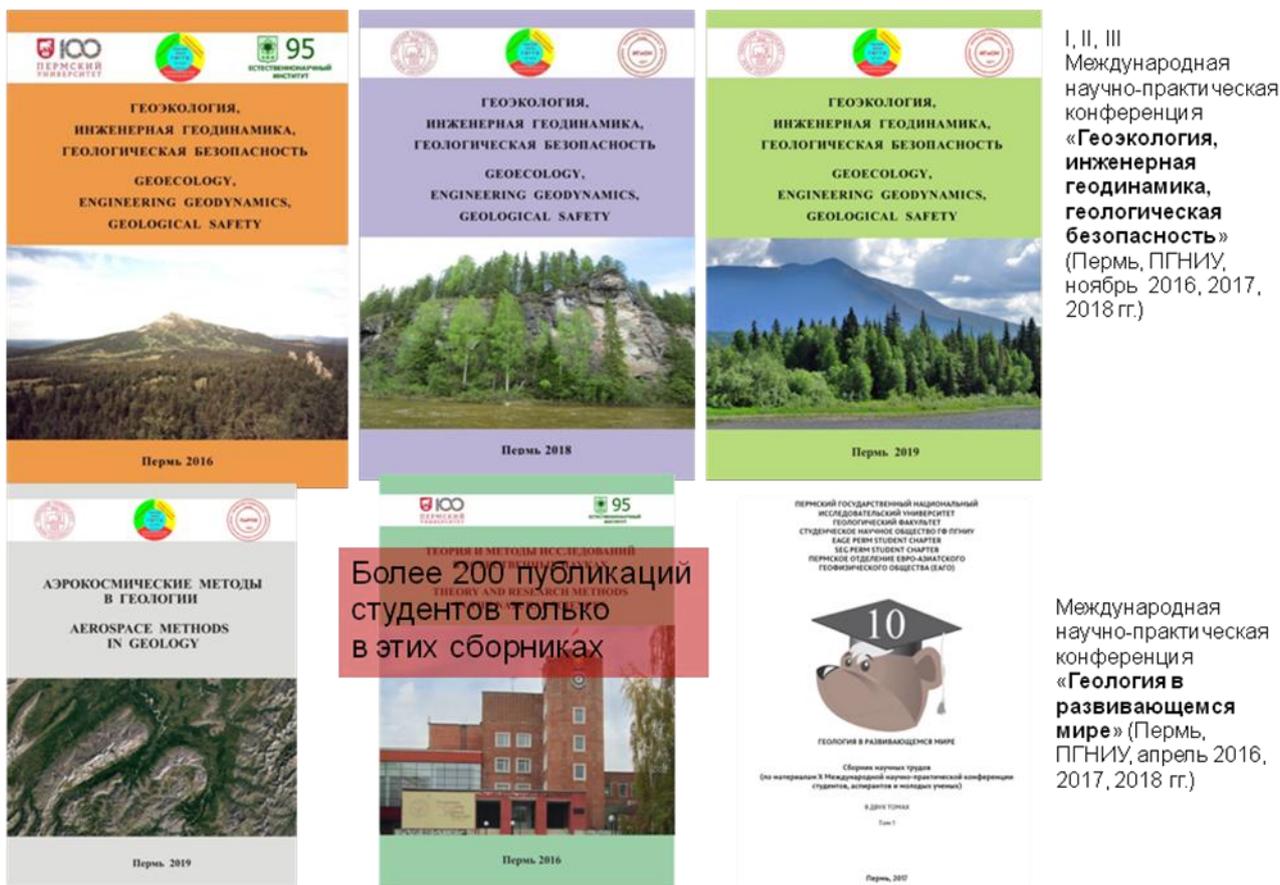
Необходимо отметить, что подробный анализ этих материалов еще предстоит выполнить, пока можно отметить следующее. Студентами в целом проанализирован огромный объем геологических материалов: большая часть информации была взята из различных источников интернета и опубликованных данных, но также значительная часть информации анализировалась из малоизвестных рукописных фондовых источников – геологических отчетов. Особый интерес представляют материалы по региональному геологическому анализу по направлениям магистратуры. Так студентами кафедры региональной и нефтегазовой геологии были рассмотрены все нефтегазоносные провинции и бассейны территории России и ближнего зарубежья. Студентами кафедры минералогии и петрографии поисков и кафедры разведки полезных ископаемых рассмотрены районы месторождений многих полезных ископаемых и условия их образования. Студентами кафедры динамической геологии и гидрогеологии и кафедры инженерной геологии и охраны недр рассмотрены гидрогеологические, инженерно-геологические и геоэкологические условия практически всех административных территорий России. Наибольший интерес представляют авторские исследовательские работы, по результатам которых студенты готовили научные статьи.

Студентами опубликовано и подготовлено 393 статей и тезисов конференций. При этом около 100 статей (часть из них в соавторстве со специалистами) опубликованы в сборниках, проводимых НШ «ГИГГБ (табл. 3, рис. 1).

Таблица 3

Итоги НИС за 3 года (2015-2018 гг.)

Год	Кол-во магистрантов (очная и заочная форма обуч.)	Итоговая оценка по НИС				Кол-во докладов	Кол-во статей и тезисов
		отлично		хорошо	удовл.		
		всего	100 балл				
2015-2016	69 кафедры: Г, РиНГГ МиП, ДГигГ, ИГиОН	58	10	10	1	306	101
2016-2017	67 кафедры: РиНГГ МиП, ДГигГ, ИГиОН	54	9	12	1	310	177
2017-2018	41 кафедры: МиП ДГигГ, ИГиОН, ПиРПИ	31	10	7	3	214	115
Всего	177	143	29	29	5	813	393



I, II, III
Международная научно-практическая конференция
«Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность»
(Пермь, ПГНИУ, ноябрь 2016, 2017, 2018 гг.)

Международная научно-практическая конференция
«Геология в развивающемся мире» (Пермь, ПГНИУ, апрель 2016, 2017, 2018 гг.)

Рис. 1. Основной результат научно-исследовательской деятельности в рамках НИС – научная публикация в виде статьи или тезисов конференции

Благодарности

Автор выражает признательность и благодарность сотрудникам и преподавателям геологического факультета ПГНИУ, оказывавшим содействие в проведении семинаров. Особенно автор благодарен PhD О.Н. Ковину за оказание помощи в проведении семинаров по геофизике, а также к.г.-м.н. В.В. Голдыреву, к.г.н. П.А. Красильникову и методисту кафедры ИГиОН Т.В. Шавариной за организацию семинаров и конференций.

Библиографический список

1. Быков В. Н. Экология недропользования. Учеб. пособие : В 2-х кн. Перм. ун-т, Перм. техн. ун-т. Пермь, 2000.
2. Вернадский В.И. Научная мысль как планетарное явление. М.: Наука, 1991. 312 с.
3. Золото-алмазная колыбель России: монография / И.С. Копылов, В.А. Наумов, О.Б. Наумова, Т.В. Харитонов. Пермь: ПГНИУ, 2015. 131 с.
4. Каченов В.И., Копылов И.С., Красильников П.А., Середин В.В., Шувалов В.М. Кафедра инженерной геологии и охраны недр Пермского государственного национального исследовательского университета (1977-2017 гг.) // Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность. Сб. науч. ст. по мат. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 40-летию кафедры инженерной геологии и охраны недр Пермского университета. Пермь, 2018. С. 17-29.

5. Концепция геологического образования в России: Материалы совместного заседания коллегий Минобрнауки России и МПР России. М.: НИИ- Природа, 2000. 135 с.
6. Копылов И. С. Геоэкология нефтегазоносных районов юго-запада Сибирской платформы: монография. Пермь, 2013. 166 с.
7. Копылов И.С. Ландшафтно-геодинамический анализ при поисках нефти и газа: монография. LAP LAMBERT Academic Publishing. Riga, 2018. 210 с.
8. Копылов И.С., Голдырев В.В., Ковин О.Н. О научном направлении – НИИ «Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность» // Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность: сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. / гл. ред. И.С. Копылов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2016. С. 19-27.
9. Копылов И.С., Голдырев В.В., Ковин О.Н. Научная школа Пермского университета и естественнонаучного института «геоэкология, инженерная геодинамика и геологическая безопасность» // В сборнике: Теория и методы исследований в естественных науках Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. Гл. ред. И.С. Копылов. 2016. С. 90-98.
10. Копылов И.С., Голдырев В.В., Ковин О.Н. О развитии научного направления – «Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность» (НИИ «ГИГГБ») // Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность. Сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. посвященной 40-летию кафедры инженерной геологии и охраны недр Пермского университета. Пермь, 2018. С. 30-34.
11. Короновский Н.В., Хаин В.Е., Ясаманов Н.А. Историческая геология. М.: Академия, 2006.
12. Хаин В. Е. Основные проблемы современной геологии. М.: Научный мир, 2003. 348 с.
13. Хаин В.Е., Рябухин А.Г., Наймарк А.А. История и методология геологических наук: учеб. пособие. М.: Академия, 2008.
14. Экологические функции литосферы / Под ред. В.Т.Трофимова. М.: Изд-во МГУ, 2000.

УДК 502.17:613.1 (470.51) (045)

А.А. Артемьева

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», г. Ижевск, Россия

КАЧЕСТВО ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАК ФАКТОР РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНАХ УДМУРТИИ

Предлагается и апробируется методика количественной оценки риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения от загрязнения подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения. Исследование проведено в разрезе отдельных населенных пунктов Удмуртии, расположенных в непосредственной близости от нефтепромысловых объектов в районах с интенсивной нефтедобычей.

Ключевые слова: Удмуртия, нефтедобыча, загрязнение подземных вод, оценка риска здоровью населения.

A.A. Artemyeva

Federal state budgetary educational institution of higher education «Udmurt State University», Izhevsk, Russia

GROUNDWATER QUALITY AS A RISK FACTOR FOR THE HEALTH OF THE POPULATION IN THE OIL PRODUCING REGIONS OF UDMURTIA

A method of quantitative assessment of the risk of non-carcinogenic effects on public health from pollution of groundwater used for drinking water supply is proposed and tested. The study was conducted in the context of individual settlements of Udmurtia, located in close proximity to oilfield facilities in areas with intensive oil production.

Key words: Udmurtia, oil production, groundwater pollution, public health risk assessment.

Нефтедобывающая промышленность Удмуртии является потенциально опасной относительно загрязнения окружающей среды в целом, и в частности водных ресурсов. Несмотря на то, что объемы сбросов сточных вод в поверхностные водные объекты от нефтедобывающих предприятий очень малы, на нефтепромыслах имеется огромное количество потенциальных источников загрязнения водных ресурсов: неэкранированные земляные амбары, шламонакопители сточных вод, негерметичные эксплуатационные колонны, поврежденные нагнетательные и нефтесборные промысловые трубопроводы, аварийные выбросы, разлив и утечка нефти и т.д. Основными загрязнителями при этом являются: нефть и нефтепродукты, минерализованные пластовые и сточные воды нефтепромыслов и бурения скважин, шламы бурения, химические реагенты, применяемые для интенсификации процессов

нефтедобычи и бурения. Загрязнение проявляется, прежде всего, на локальном уровне – непосредственно вблизи от мест нефтепромыслов. Трансформация химического состава как подземных, так и поверхностных вод проявляется в виде повышения уровня общей минерализации и жесткости, повышенного содержания хлоридов и сульфатов, загрязнения нефтью и нефтепродуктами небольших водотоков, родников или неглубоких скважин на отдельных участках продолжительное время [1].

Одним из показателей воздействия нефтедобычи на состояние окружающей среды, и в частности водных ресурсов, используемых для питьевого водоснабжения, является состояние здоровья населения, проживающего в районах нефтепромыслов. Для получения количественных характеристик потенциального и реального ущерба здоровью населения от загрязнения среды обитания при нефтедобыче автором был выбран метод оценки риска. Целью исследования явилось определение риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения, связанного с загрязнением подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения на территории населенных пунктов, расположенных поблизости от объектов нефтедобычи. За методическую базу была принята работа М.И. Чубирко [2, 7] по оценке риска для здоровья населения. Для проведения процедуры оценки риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения автором была применена формула расчета величины индивидуального неканцерогенного риска ($ИНР = (ССД/Rfd) \times a$). В данной формуле ССД означает среднесуточную дозу поглощения человеком загрязнителя в концентрации C (мг/л) вместе с водой (мг/кг \times сутки), Rfd является показателем токсичности загрязнителя и определяется на основании его предельно-допустимой концентрации (ПДК) в воде (мг/л) с учетом коэффициентов запаса по классу опасности вещества, константа (a) показывает долю времени в течение жизни человека, когда наблюдается воздействие загрязнителя. При оценке результатов учитывалось, что если $ИНР < 1$, то риска угрозы здоровью нет; если $ИНР > 1$, то существует опасность отравления, которая тем больше, чем больше значение $ИНР$ превышает 1.

В ходе исследования рассматривались основные загрязняющие подземные воды вещества при нефтедобыче, не обладающие канцерогенным эффектом по отношению к организму человека, а именно: нефтепродукты, хлориды и сульфаты. При этом для проведения исследования автором были выбраны два района Удмуртии с наиболее интенсивной нефтедобычей – Игринский и Каракулинский [1]. Для проведения процедуры оценки риска было выделено только несколько населенных пунктов, характеризующихся максимальными уровнями общей заболеваемости населения, расположенных в пределах контуров крупных нефтяных месторождений в непосредственной близости от объектов нефтедобычи (на расстоянии до 2 км) и имеющих наблюдательные пункты производственного мониторинга нефтяных компаний, в которых проводились отборы проб подземных вод. Уровень заболеваемости рассчитывался автором на основании данных о количестве зарегистрированных заболеваний за год и численности всех возрастных категорий населения в

населенных пунктах, в которых расположены фельдшерско-акушерские пункты [4, 5], в пересчете на 1000 человек.

На территории Игринского района – это деревни Максимовка, Ключевка и Тюптиево, расположенные в непосредственной близости от мест нефтепромыслов Лозолюкско-Зуриинского нефтяного месторождения. Уровень заболеваемости населения в рассматриваемых населенных пунктах составлял в 2017 г., соответственно, 7822‰, 6587‰, 6015‰. На территории Каракулинского района – это деревни Кухтино и Сухарево, расположенные в непосредственной близости от объектов нефтедобычи Вятской площади Арланского месторождения нефти. Уровень заболеваемости населения в данных населенных пунктах составлял в 2017 г., соответственно, 3658‰, 2325‰. На основании ситуационных карт Лозолюкско-Зуриинского [3] и Арланского [6] нефтяных месторождений масштаба 1:50000 для исследуемых населенных пунктов были определены наиболее близко расположенные по отношению к ним объекты нефтедобычи. По данным результатов производственного контроля (мониторинга) за состоянием загрязнения подземных вод на территории Лозолюкско-Зуриинского [3] и Арланского [6] месторождений нефти, проводимых нефтяными компаниями в 2017 г., для исследуемых населенных пунктов автором были рассчитаны осредненные за год концентрации загрязняющих веществ в подземных водах, непосредственно используемых для питьевого водоснабжения населения. Сводные данные представлены в таблице 1.

На основании полученных значений автором была проведена количественная оценка риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения, проживающего в данных населенных пунктах. Сводные результаты оценки неканцерогенного риска представлены в таблице 2.

Анализ уровней риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения от загрязнения подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, показал, что на территории Игринского района наиболее высокий уровень риска отмечался в деревне Ключевка, что обусловлено влиянием как ДНС № 12, так и кустов скважин № 6 и № 7, расположенных в 2 и 1,5 км, соответственно, к западу-северо-западу от деревни, а также кустов скважин №8 и № 9, расположенных в 1,9 и 1,25 км к западу от деревни. Далее по величине риска следуют деревни Тюптиево и Максимовка, где основными источниками загрязнения являются ДНС № 10 и куст скважин № 18, расположенный, соответственно, в 2,7 и 2,1 км к югу от населенных пунктов. Значительный вклад в загрязнение подземных вод вносят порывы на многочисленных нефтепроводах и водоводах, идущих к ДНС и пролегающих вблизи исследуемых населенных пунктов. Приоритетными загрязняющими веществами, оказывающими определяющее влияние на уровень риска, являлись нефтепродукты.

Таблица 1

Сводные данные результатов производственного мониторинга за состоянием загрязнения подземных вод в исследуемых населенных пунктах на территории Лозолокско-Зуринского и Арланского месторождений нефти за 2017 г.

Район	Населенный пункт/ пункт отбора проб	Основной источник загрязнения/ расстояние, км	Осредненные за год результаты химических анализов проб подземных вод													
			Жесткость мг-экв/л	pH	Сухой остаток мг/л	НСО ₃ -ион мг/л	Cl-ион, мг/л	SO ₄ -ион, мг/л	NO ₂ -ион, мг/л	NO ₃ -ион, мг/л	Ca ион, мг/л	Mg-ион, мг/л	Na+ K мг/л	Fe общ., мг/л	NH ₄ ион, мг/л	Нефтепродукты, мг/л
Игринский	Максимовка /колодец	ДНС-10/0,3 км Куст скважин 18 /2,1 км	4,8	8,0	344,8	259,3	9,81	11,0	0,02	2,43	57,4	17,8	7,83	0,1	менее 0,05	0,006
	Ключевка /колодец	ДНС-12/1,9 км Куст скважин 6/2,0 км Куст скважин 7/1,5 км Куст скважин 8/1,9 км Куст скважин 9/1,25 км	4,16	8,2	328,3	235,5	9,83	10,5	0,03	2,56	55,7	8,81	7,57	0,1	менее 0,05	0,01
	Тюптиево /колодец	ДНС-10/1,1 км Куст скважин 18/2,7 км	3,75	7,7	309,7	228,3	9,2	10,6	0,02	2,52	49,7	13,4	6,76	0,08	менее 0,05	0,008
Каракулинский	Кухтино /колодец	Куст скважин 1/0,5 км Производственная база «Вятка»/0,6 км Куст скважин 2/1км Куст скважин 3/0,75 км Куст скважин 91/0,75 км Куст скважин 150/0,88 км	7,4	7,3	389,5	418,8	17,0	19,3	0,02	2,25	115,2	18,3	4,55	0,2	0,4	0,005
	Сухарево /колодец	Куст скважин 17/0,3 км Куст скважин 217/0,25 км Кусты скважин 15,37, 101/0,88 км Куст скважин 152/0,8 км	6,2	7,5	367,7	329,4	11,1	17,8	0,03	4,54	92,5	20,4	6,29	0,1	0,05	0,005
ПДК			7	6-9	1000	-	350	500	3	45	-	50	-	0,3	2	0,1
Класс опасности вещества							4	4	2	3		3		3	4	4

Таблица 2

Результаты оценки риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения от воздействия загрязнения подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения

Наименование населенного пункта	Наименование загрязняющего вещества	ПДК, мг/л	Фактическая концентрация, мг/л	ИНР, доли ед.	Суммарный ИНР, доли ед.
Максимовка	Хлорид-ион	350	9,81	0,00027	0,00103
	Сульфат-ион	500	11,0	0,00021	
	Нефтепродукты	0,1	0,006	0,00055	
Ключевка	Хлорид-ион	350	9,83	0,00028	0,00143
	Сульфат-ион	500	10,5	0,00020	
	Нефтепродукты	0,1	0,01	0,00095	
Тюптиево	Хлорид-ион	350	9,2	0,00026	0,00119
	Сульфат-ион	500	10,6	0,00020	
	Нефтепродукты	0,1	0,008	0,00073	
Итого в среднем по населенным пунктам Игринского района: ИНР=0,001217					
Кухтино	Хлорид-ион	350	17,0	0,00046	0,00131
	Сульфат-ион	500	19,3	0,00037	
	Нефтепродукты	0,1	0,005	0,00048	
Сухарево	Хлорид-ион	350	11,1	0,00030	0,00112
	Сульфат-ион	500	17,8	0,00034	
	Нефтепродукты	0,1	0,005	0,00048	
Итого в среднем по населенным пунктам Каракулинского района: ИНР= 0,001215					

На территории Каракулинского района уровень риска достигал максимального значения в деревне Кухтино, где основными источниками загрязнения являются кусты скважин и производственная база «Вятка». Уровень риска от загрязнения подземных вод в деревне Сухарево в 1,17 раз ниже, чем в деревне Кухтино. Средний уровень риска по деревням Кухтино и Сухарево Каракулинского района на 0,000002 ниже среднего уровня риска по исследуемым деревням Игринского района. Следует отметить, что однозначной зависимости между близостью объектов нефтедобычи к населенным пунктам и уровнями риска для здоровья населения от загрязнения подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, не прослеживается. На уровень загрязнения подземных вод оказывают влияние не только технологические особенности нефтепромысловых объектов, продолжительность и объемы поступления загрязняющих веществ, но и гидрогеологические условия местности, а именно: наличие тектонических нарушений и различных по генезису «литологических окон» водоупорных толщ, строение подземных водоносных толщ и степень их естественной защищенности, активность водообмена и др. Кроме того, источником загрязнения могут служить объекты наземной нефтяной коммуникации (нефтепроводы, водоводы и нагнетательные линии), при порывах которых происходит инфильтрация загрязняющего вещества в грунтовые воды.

Согласно методике оценки риска [7], если значения рассчитанных уровней неканцерогенного риска не превышают единицу, то вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении загрязняющих веществ в течение жизни незначительна и такое воздействие характеризуется как допустимое. Сопоставление полученных результатов с установленным критерием риска показало, что уровни риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения исследуемых населенных пунктов от загрязнения подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, являются допустимыми.

С целью выявления возможных неблагоприятных эффектов для здоровья населения от изменения качества подземных вод под воздействием нефтепромысловых объектов, автором был также проведен сравнительный анализ динамики уровней неканцерогенного риска и заболеваемости населения по классам болезней в разрезе исследуемых населенных пунктов. Для каждого населенного пункта были рассчитаны показатели заболеваемости, как для всех возрастных категорий населения, так и для детей до 17 лет, за 2017 г. Расчет искомых показателей проводился с учетом данных по количеству зарегистрированных заболеваний по классам болезней за год и численности соответствующих возрастных категорий населения в населенных пунктах [4, 5] в пересчете на 1000 человек. При проведении анализа рассматривались 3 класса заболеваний, которые в наибольшей степени определяются качеством подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, а именно: болезни эндокринной, мочеполовой и пищеварительной систем.

Анализ показал, что прослеживается некоторая зависимость между уровнями риска от загрязнения подземных вод нефтепродуктами, повышенной

минерализацией вод и уровнями заболеваемости населения болезнями эндокринной и пищеварительной систем. Что касается болезней мочеполовой системы, то здесь определяющее влияние оказывают, прежде всего, показатель жесткости подземных вод, а также уровень их минерализации, которые обусловлены как природными гидрогеохимическими и гидрогеологическими особенностями местности, так и техногенным воздействием: проникновением напорных вод из глубоко залегающих водоносных горизонтов, связанным с нарушением естественных водоупорных толщ многочисленными скважинами и принудительным увеличением в них пластового давления, инфильтрацией хлоридно-сульфатных вод и нефти из-за порывов (соответственно) нагнетательных линий и нефтепроводов и др.

Так, на территории Игринского района в исследуемых населенных пунктах в 2017 г. отмечался повышенный уровень заболеваемости болезнями пищеварительной (33%) и эндокринной систем (14%), что связано с загрязнением подземных вод нефтепродуктами (до 0,01 мг/л). Основным источником загрязнения являлись порывы на многочисленных нефтепроводах, идущих к ДНС и пролегающих вблизи населенных пунктов. В свою очередь, в населенных пунктах Каракулинского района уровни заболеваемости болезнями пищеварительной и эндокринной систем были меньше в 2,5 и в 1,9 раза, соответственно, и составляли 13% и 7,5% при фактической концентрации нефтепродуктов в подземных водах 0,005 мг/л, что в 2 раза ниже, чем на территории Игринского района.

В исследуемых населенных пунктах Каракулинского района основная доля заболеваемости в 2017 г. приходилась на болезни мочеполовой системы (31%), что связано с высоким значением жесткости и минерализации грунтовых вод, обусловленным подтоком глубинных вод на территории Вятской площади Арланского месторождения, находящейся на поздней стадии освоения. Так, фактическая концентрация в подземных водах хлорид-иона доходила до 17 мг/л, сульфат-иона – до 19,3 мг/л. В свою очередь, в населенных пунктах Игринского района уровни заболеваемости болезнями мочеполовой системы были меньше в 2,4 раза и составляли 13% при фактической концентрации в подземных водах хлорид-иона 9,8 мг/л, сульфат-иона – 11 мг/л, что в 1,7 и в 1,8 раза, соответственно, ниже, чем на территории Каракулинского района.

Таким образом, несмотря на достаточно низкий уровень риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения в сравнении с установленным критерием, на локальном уровне прослеживается определенная зависимость изменения состояния здоровья населения от качества подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения. Поскольку концентрации загрязняющих веществ, поступающих в компоненты окружающей среды при нефтедобыче на исследуемой территории, не превышают гигиенических норм, острые отравления не встречаются. Отклонения в состоянии здоровья связаны, в основном, с хроническим действием на организм малых нефтепродуктов и солей, способствующих развитию болезней органов пищеварительной, эндокринной и мочеполовой систем организма.

Библиографический список

1. Артемьева А.А. Оценка роли нефтяной промышленности в формировании социально-экономической и экологической обстановки в Удмуртии // Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о Земле. 2010. Вып. 1. С. 3-12.
2. Артемьева А.А. Оценка риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения, связанного с загрязнением подземных вод в районах нефтедобычи // Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о Земле. 2015. Вып. 1. С. 122-133.
3. Данные результатов производственного контроля за состоянием подземных и поверхностных вод на территории Лозюкско-Зуринанского месторождения нефти. Ижевск: ОАО «Удмуртнефть», 2017. 12 с.
4. Отчет о заболеваемости населения по фельдшерско-акушерским пунктам Игринского района за 2017 год. П. Игра: БУЗ УР «Игринская РБ МЗ УР», 2018. 38 с.
5. Отчет о заболеваемости населения по фельдшерско-акушерским пунктам Каракулинского района за 2017 год. С. Каракулино: БУЗ УР «Каракулинская РБ МЗ УР», 2018. 18 с.
6. Результаты мониторинга за состоянием поверхностных и подземных вод на территории Вятской площади Арланского месторождения нефти. – Ижевск: АО «Белкамнефть», 2017. 18 с.
7. Чубирко М.И., Мамчик Н.П., Куролап С.А., Клепиков О.В. Оценка риска для здоровья населения, связанного с состоянием окружающей среды. Воронеж: ВГУ, 2002. 43 с.

B.N. Bakytzhanova
OJSC «KAZAKHSTANKIPISHOLF»,
Atyrau, Republic of Kazakhstan

GEOECOLOGICAL PROBLEMS OF WESTERN KAZAKHSTAN

The geoecological problems of Western Kazakhstan are considered. Particular attention is paid to the ecology of oil and gas regions of the coast of the Caspian Sea. Proposed measures for the protection of nature.

Key words: geoecology, environment, oil and gas areas, nature conservation measures, Kazakhstan.

Б.Н. Бакытжанова
ОАО «КАЗАХСТАНКАСПИЙШЕЛЬФ»,
г. Атырау Республика Казахстан

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

Рассмотрены геоэкологические проблемы Западного Казахстана. Особое внимание уделено экологии нефтегазоносных районов побережья Каспийского моря. Предложены мероприятия по охране природы.

Ключевые слова: геоэкология, окружающая среда, нефтегазоносные районы, мероприятия по охране природы, Казахстан.

The main strategic goal of Kazakhstan is the development of the hydrocarbon resource base, which is necessary for the development of a balanced structure of the national economy. The main oil-producing region of Kazakhstan is the Pre-Caspian oil and gas province (NGP), which has been studied by geological and geophysical methods for over 100 years, several large oil and gas fields have been discovered. Administratively, the West Kazakhstan, Atyrau and Aktobe administrative regions are located on the territory of the Caspian NGP.

The environmental problem in Kazakhstan related to environmental pollution is currently one of the most important problems.

The author conducted a regional environmental analysis of Kazakhstan and an analysis of the geological conditions of oil and gas regions of Western Kazakhstan [1-4].

Ecological problems of the Caspian Sea coast

The negative impact on the ecology of the coast of the sea have:

- oil and gas complex (exploration, production, transport, oil refining);

- enterprises of chemical, metallurgical, processing industry, energy complex, food industry, agriculture, public service;
- pollution under the influence of sea level fluctuations, land flooding and coastal drainage.

The greatest adverse environmental impact in the Northern Caspian is associated with the development of the Karachaganak oil and gas condensate field, which has a high content of sulfur impurities, which is often carried out with gross violations of environmental requirements. At the same time, large areas of land are removed from agricultural use, thousands of tons of harmful substances are emitted into the atmosphere, including sulfur dioxide and hydrogen sulfide. Sulfur after purification of oil stored in the open air, under certain climatic conditions, can turn into many harmful chemical compounds and have a negative impact on the natural environment. Emissions include hydrocarbons, hydrogen sulfide, oxides of sulfur, carbon nitrogen. These substances enter the atmosphere, are adsorbed by the underlying surface, which changes the natural conditions of the existence of biota. Analysis of the water of the Caspian Sea along the Tengiz coast shows that, in addition to oil pollution, there is an accumulation of synthetic surface-active substances, phenols, oil products and heavy metals in the water, which occupy a special place among the pollutants because they are not exposed to chemical and biological degradation. concentrations have a detrimental effect on aquatic ecosystems.

The big problem of pollution of the Mangystau region is associated with the extraction of uranium ore and nuclear energy in its territory. As a result of the violation of environmental standards, uranium pits, the Koshkarata tailing dump, the mass of landfills that are sources of radioactive contamination remained open. In Kazakhstan, the disposal of drilling waste, which is a semi-liquid mass and solid sediment, is practiced directly in the sludge pits on the drilling site after the preliminary drying of their contents. However, such disposal does not prevent pollution of the natural environment, since the pollutants in the waste, due to their mobility and high penetrating ability, migrate to the soil grounds, causing negative processes in them.

Features of the formation of the upper level of groundwater and the development of flooding on the coast of the Caspian Sea are mainly determined by the intensity of the technogenic development of the territory in these environmental conditions. Studies of the hydrogeological situation suggest that the fluctuations of the Caspian level occurring over the last 20 years have practically no effect on the development of flooding in the region, since the process was formed long before the beginning of the level increase under the influence of such man-made factors as irrigation systems and buildings. Since the process of flooding has been taking place over a long period of time, to date, the territory of a large area has been flooded. This radically changed the ecological situation in the region. Therefore, in the future, it is advisable to predict not an increase in the area of flooding when the level rises, but a change in the ecological and economic situation. The danger of further development of the process in the study area should be determined by economic and environmental damage [1].

Environmental problems of Western Kazakhstan

The main sources of air emissions in the city of Aktobe (according to studies of hygienists of the Aktobe region) are large enterprises of the chemical, metallurgical, energy industry. The main contribution of emissions is made by JSC Ferrochrome, JSC Aktobemunaygas, JSC AZHS. The daily ferroalloy plant throws out the following substances: coarse dust, chromium oxides, sulfurous anhydride, nitrogen dioxide, carbon oxides; Chromium compounds plant – inorganic dust containing 3 and 6-equivalent chromium aerosols, sulfurous anhydride, carbon monoxide, hydrogen sulfide. Numerous studies of the health of the population of the Western region show an increase in the incidence rate compared with previous years, associated with poisoning by chemicals such as chromium and boron.

Karachaganak oil and gas condensate field, located in the West Kazakhstan region, releases into the atmosphere compounds containing lead, cadmium, zinc, iron, cobalt, vanadium, polluting the soil, vegetation, agricultural products and water sources. In the settlements of the region, over the past 10 years, demographic indicators of the health of the population have deteriorated, manifested in a decrease in the birth rate, an increase in the overall mortality rate, and a sharp deterioration in reproduction. A particularly serious problem of environmental catastrophe is in the settlements of Berezovka and Tungush.

Atyrau region is one of the most dynamically developing areas of the Republic of Kazakhstan. On the territory of the region there are 80 hydrocarbon deposits, of which 62 are oil, 14 go-oil, 3 oil and gas condensate, 1 gas condensate. Oil and gas producing companies of the republic operate in the region: Tengizchevroil LLP, Agip KCO, Kazakhoil-Emba OJSC and Atyrau Refinery. The lowest rates of life expectancy are recorded in this area.

The oil and gas condensate industry also predominates in the territory of Mangystau Oblast. The activities of large enterprises of Ozenmunaygaz OJSC, Karazhanbasmunai OJSC, Karakudukmunai CJSC engaged in processing and transportation of petroleum products, and MAEC-Kazatomprom undoubtedly affect the ecological situation of the region and the health of the population.

The accident at the Zhantalap field on June 7, 2013 occurred on the 14-kilometer pipeline of the NGDU ZhaiykMunaiGaz connecting the Zhanatalap fields in the Isatai district. The oil spill accident area was 3.2 thousand square meters. The reason is the wear of a pipe with a diameter of 219 mm [1].

Nature Conservation Activities

It is necessary to improve the technology of oil and natural gas production. Prevention of catastrophic emissions of associated gases in the bowels of the earth under enormous pressure, and their ignition. Improvement of technology for the extraction and processing of oil fields, characterized by a high content of asphalt-smolysgyh substances and vanadium (Buzachinskoe field), characterized by a high content of paraffin fractions and high viscosity (Mangyshlaksky field). It is necessary

to carry out land reclamation, restoration of vegetation and soil. Prevent arbitrary laying of dirt roads, in order to prevent soil erosion.

The most important environmental task of Kazakhstan is to conduct geocological mapping of oil and gas regions, first of all – the Caspian region and the assessment of its geocological state, taking into account natural and man-made factors. The methodology of geocological studies and the criteria of integral geocological assessment for oil and gas regions are developed in Russia and are widely used at different stages of the study, exploration and development of oil and gas fields [5-14].

References

1. Bakytzhanova B.N. *Geocology of oil and gas regions of Western Kazakhstan and the Caspian sea coast // Geocology, engineering geodynamics, geological security [Electronic resource] / ch. ed. I. S. Kopylov; Perm, 2018. p. 58-62. (in Russian).*

Бакытжанова Б.Н. Геоэкология нефтегазоносных районов Западного Казахстана и побережья Каспийского моря // 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. Пермь, 2018. С. 58-62.

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

3. Bakytzhanova B.N., Kopylov I.S., Satekov T.T. *Regional environmental risk assessment of geosystems of Kazakhstan // Theory and methods of research in the natural sciences / ch. ed. I.S. Kopylov; Perm, 2016. P. 154-162. (in Russian).*

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.

4. Bakytzhanova B.N., Kopylov I.S., Seytekov T.T. *Prospects for oil and gas exploration in the Caspian oil and gas province of Kazakhstan using remote sensing methods // Geology and minerals of the Western Urals. 2017. № 17. P. 75-79. (in Russian).*

Бакытжанова Б.Н., Копылов И.С., Сейтеков Т.Т. Перспективы поисков нефти и газа в Прикаспийской нефтегазоносной провинции Казахстана с применением дистанционных методов // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2017. № 17. С. 75-79.

5. Galkin V.I., Seredin V.V., Leybovich L.O., Pushkareva M.V., Kopylov I.S., Chirkova A.A. *Evaluation of the effectiveness of cleaning technologies of oil-contaminated soils // Environmental protection in the oil and gas complex. 2012. № 6. P. 4-7. (in Russian).*

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.

6. Konoplev A.V., Iblaminov R.G., Kopylov I.S. *Geotechnical conditions of the Zhilyansky potash deposit (Kazakhstan) // Modern problems of science and education. 2014. № 5. (in Russian).*

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

7. Kopylov I.S. *Principles and criteria for the integrated assessment of the geocological state of natural and urbanized territories // Modern problems of science and education. 2011. № 6. (in Russian).*

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

8. Kopylov I.S. The concept and methodology of geoecological research and mapping of platform regions // *Prospects for science*. 2011. № 8 (23). P. 126-129. (in Russian).

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

9. Kopylov I.S. Scientific and methodological foundations of geoecological studies of oil and gas regions and the assessment of the geological safety of cities and objects using remote sensing methods / abstract of thesis. ... doctors of geological and mineralogical sciences. Perm, 2014. 48 p. (in Russian).

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.

10. Kopylov I.S., Konoplev A.V. Methodology of assessment and zoning of territories by hazards and risks of emergency situations as the main result of geodynamic and man-made processes // *Modern problems of science and education*. 2014. № 1. (in Russian).

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.

11. Kopylov I.S., Konoplev A.V., Iblaminov R.G. The latest tectonics and modern geodynamics of Western Kazakhstan at the Zhilyansk potash salt deposit // *Modern problems of science and education*. 2014. № 5. (in Russian).

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

12. Kopylov I.S., Kovin O.N., Konoplev A.V. Forecasting of geodynamic hazards at potash mines using remote sensing data: a case 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.

13. Likutov E.Yu., Kopylov I.S. Complex of methods for studying and estimation of geodynamic activity / *Tyumen State University Herald*. 2013. № 4. P. 101-106.

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ОЦЕНКИ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОПАСНОСТЕЙ, РИСКОВ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ

В статье приводится характеристика медико-экологических и геоэкологических рисков. Предложена картографическая концепция оценки медико-экологических опасностей и рисков и геоэкологических ситуаций. Выделены 3 группы основных карт: природных, социально-техногенных и экономических и медико-экологических карт.

Ключевые слова: здоровье, картографирование, методология, экологические риски

L.I. Dal¹, I.S. Kopylov²

¹Autonomous nonprofit organization «Center of social initiatives»

«Life Energy», Perm

²Perm State University

CARTOGRAPHIC CONCEPT OF THE ASSESSMENT OF MEDICAL AND ECOLOGICAL HAZARDS, RISKS AND GEOECOLOGICAL SITUATIONS

The article describes the characteristics of medical, environmental and geo-environmental risks. A cartographic concept for the assessment of medico-ecological hazards and risks and geo-ecological situations is proposed. Three groups of basic maps were identified: natural, socio-technogenic, and economic, and medical and environmental maps.

Keywords: health, mapping, methodology, environmental risks

Введение

Анализу и оценке риска здоровью придается большое значение в естественных и социальных науках – медицине, экологии, географии, геологии, биологии и др. и уделяется особое внимание в стратегии государственного социально-экономического развития. Подчеркивается ее координирующая роль, результаты использования которой востребованы для исполнения функций обеспечения безопасности жизни и здоровья граждан в ряде отраслей хозяйственной деятельности: градостроительстве, охране окружающей среды, техническом регулировании и др. [1, 4, 6].

Динамика роста интереса к проблеме анализа экологического риска в последнее время свидетельствует об ее научной актуальности и практической значимости. Оценка экологического риска и прогнозирование возможных последствий влияния техногенных и природных факторов на биосферу и

здоровье людей является одной из актуальных проблем современности. Анализ многочисленных публикаций свидетельствует, что во всех мегаполисах мира наблюдается рост числа заболеваний, в частности врожденных патологий, которые ученые-медики связывают с техногенным загрязнением окружающей среды. Однако отмечается увеличение заболеваемости населения под влиянием природных, особенно – геологических факторов, формирующих геопатогенные зоны (или зоны биологического дискомфорта) [11, 15, 22, 23]. Природные и антропогенные факторы геоэкологических рисков формируют проблемные медико-экологические ситуации, которые определяются социальными и экономическими факторами и наиболее выражены в районах с высокой плотностью населения. Современные тенденции изменения качества среды непосредственно определяют формирование новых сочетаний географических предпосылок болезней человека. На территориях с наибольшим разнообразием комбинаций химических, геохимических, радиационных и биологических загрязнителей доминируют природно-антропогенные предпосылки болезней человека. Это приводит к появлению в нозогеографической структуре территории нетипичных форм географической патологии, что снижает уровень эволюционно сложившейся комфортности среды.

Характеристика медико-экологических и геоэкологических и рисков

Наиболее полный анализ классификаций рисков приведен в работах А.А.Быкова и Б.Н.Порфирьева (1988, 2006) [4]. Теоретические аспекты анализа риска здоровью наиболее полно раскрыты в коллективной монографии под редакцией Г.Г.Онищенко и Н.В.Зайцевой [1], где приводится терминологическая идентификация определения «риск здоровью», место анализа здоровью в общей теории анализа риска, а также рассматриваются методологические аспекты анализа риска и его эволюции при воздействии на здоровье разнородных факторов среды обитания, условий образа жизни и другие вопросы по анализу риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития.

Концепция риска, предложенная в 80 гг., исходит из того, что в окружающей среде всегда существует набор факторов, представляющих угрозу для здоровья населения. Следуя этому положению необходимо принять ключевое условие о том, что риск существует постоянно, и его можно только уменьшить. Использование риска в качестве одного из основных показателей качества среды, может способствовать разработке региональных стандартов по группам приоритетных токсикантов антропогенного происхождения, присутствие которых в компонентах окружающей среды полностью исключить невозможно, так же, как невозможно удалить их источники.

В настоящее время к категории первоочередных отнесены проблемы количественной оценки негативного влияния медико-экологических ситуаций на здоровье населения. В связи с этим особое значение придается такому показателю как экологический риск их проявления. Его использование позволяет оценить предсказуемую опасность для здоровья населения. Фактически экологический риск отражает связи между природой, хозяйством и здоровьем населения [8].

Экологическая опасность определяется двумя комплексами причин: состоянием окружающей среды и вероятностью чрезвычайных экологических ситуаций и катастроф. Состояние окружающей среды определяется уровнем природно-техногенного воздействия и способностью среды к самовосстановлению. Оценивая экологическую безопасность урбанизированной территории, необходимо интегрально оценивать состояние окружающей среды по всем компонентам и вероятность экологических рисков для населения и природной среды.

Мерой опасности неблагоприятных воздействий является риск – величина, измеряемая либо с помощью статистических данных, либо с помощью имитационных моделей. Количественная характеристика определяется вероятностью неблагоприятного воздействия. Неблагоприятные воздействия связаны либо с природными явлениями, либо с антропогенными событиями или процессами.

В настоящее время неоднозначно трактуется понятие экологического риска. Некоторые из них:

- под экологическим риском (МНЭПУ) следует понимать количественную меру опасности возникновения негативных изменений в природной среде и ухудшения здоровья людей. К риску принято относить и опасности от достоверных событий (происходящих с вероятностью, равной единице), таких, как загрязнение окружающей среды отходами нормально функционирующего производства [30].

- под экологическим риском (сайт российского университета Дружбы Народов (<http://www.rudn.ru>)) понимается возможность возникновения опасных явлений или негативных изменений в окружающей среде, которые обусловлены природными либо антропогенными факторами и приводят к неблагоприятным социально-экономическим последствиям в обществе.

- под экологическим риском (сайт Википедия <https://ru.wikipedia.org/wiki>) понимается вероятность возникновения отрицательных изменений в окружающей природной среде, или отдалённых неблагоприятных последствий этих изменений, возникающих вследствие отрицательного воздействия на окружающую среду. Экологический риск может быть вызван чрезвычайными ситуациями природного, антропогенного и техногенного характера.

Риск как вероятность неблагоприятного воздействия характеризуется вероятностью проявления одного или нескольких экологических эффектов, поражающее действие которых характеризуется соответствующими экологическими факторами. Экологическими эффектами могут быть повышенное химическое, акустическое или электромагнитное загрязнение атмосферы. Акустическое загрязнение в свою очередь может характеризоваться избыточным давлением, спектром и экспозицией, химическое – мгновенной и средней концентрацией, а также экспозицией. Экологические факторы как показатели поражающего действия включают дополнительную смертность, стресс, заболеваемость.

Таким образом, задача анализа рисков разбивается на две: 1) анализ опасности возникновения аварий и катастроф, осуществляемый на основе анализа величины риска и количественных характеристик, присущих событию негативных эффектов; 2) анализ опасности воздействия негативных экологических эффектов на окружающую среду и человека [8].

Кроме этого, специфика оценки экологических рисков в урбанизированных территориях заключается в присутствии так называемых комбинированных рисков. Они характеризуются тем, что присутствие одних рисков может быть иницирующим по отношению к другим рискам («эффект домино»). Например, реализация опасности, связанной с такими природными рисками, как оползни, может привести к разрушению емкостей с нефтепродуктами (АЗС); неотектонические подвижки, карстовые и суффозионные процессы – к провалам в населенных пунктах, нефтегазопроводах и других объектах, т.е. к проявлению рисков техногенного и природно-техногенного характера.

Дополнительные свойства и параметры риска связаны с пространственно-временными характеристиками проявления его последствий. Пространственная составляющая определяется масштабом последствий риска. Временная составляющая определяется формой проявления последствий (от мгновенного до длительного), а также наличием отдаленных эффектов. Принципиально новым свойством риска необходимо считать последствия, которые нарушают индивидуальные, социальные и культурные интересы, приводят к социальным конфликтам и негативным психологическим реакциям людей. Качественный характер данного свойства определяется тем, что для него отсутствует денежная оценка последствий [4].

Риски для населения определяются с помощью двух показателей: *риск индивидуальный*, определяемый как вероятность того, что человек испытывает определенное вредное воздействие в ходе своей деятельности. Воздействие может быть мгновенным, вызванным аварией (взрывом, пожаром или токсичным выбросом), или постоянным из-за присутствия токсичных веществ (и других факторов) в окружающей среде и *риск социальный*, определяемый как соотношение между числом людей, погибших от одной аварии (N), и вероятностью (F) этой аварии [30]. Использование этого показателя позволяет учитывать количество населения, которое может быть поражено в результате аварии с воздействием на окружающую среду [8].

Медико-экологический риск (экологический риск заболевания) измеряется двумя характеристиками – атрибутивным и относительным рисками. Величина атрибутивного риска (AR) указывает, на сколько процентов увеличивается число заболевших среди подвергшихся влиянию фактора, а относительного риска (OR) – дает возможность определить, во сколько раз увеличивается вероятность заболеть при его наличии. Атрибутивный (индивидуальный, групповой риск) – это разница в степени риска между группами, подвергавшимися и не подвергшимися воздействию. Эта количественная оценка связи между воздействием вредного вещества и

болезнью является наиболее подходящей при принятии решения по каждому конкретному случаю [3].

При медико-экологических и геоэкологических исследованиях решаются задачи выявления доминантных форм географического риска по ведущим негативным медико-экологическим факторам сложившейся территориально-производственной системы. Такие анализируемые территориальные образования, как природные, эколого-географические и медико-экологические районы, содержат информацию об эволюционно сложившихся структурах антропогенных нагрузок, демографической обстановке, плотности населения, географических предпосылок болезней человека и показателях здоровья населения.

Особую актуальность приобретает анализ риска влияния малых постоянно действующих доз различных загрязнителей на здоровье. Большинство исследователей связывают с этим скрытые последствия увеличения частоты онкологической пораженности отдельных популяционных групп и рост наследственных болезней у второго и последующих поколений населения.

Основными объектами медико-экологических рисков на территории крупных промышленных городов являются: здоровье населения (в связи с состоянием окружающей природной среды), городские территории (подверженные техногенным и природным рискам).

Картографическая концепция оценки медико-экологических и геоэкологических ситуаций

Сущность концепции и методологии медико-экологического картографирования заключается в применении иерархичной системы пространственной оценки природных факторов, антропогенных нагрузок и их последствий в формировании и территориальном риске и территориальном риске проявления медико-географических и медико-экологических комплексов предпосылок болезней человека.

Картографирование обеспечивает объективность проведения границ компонентных медико-географических и медико-экологических районов и в дальнейшем служит основным методом интеграции в соответствующие виды районирования и ранжирования.

Конечным результатом комплексного картографического анализа территории является классификация медико-экологических районов по принятой совокупности простых и интегральных медико-экологических показателей. Основными звеньями картографического алгоритма исследований следует считать: составление компонентных медико-географических карт по оценке положительных и негативных свойств отдельных природных факторов для здоровья населения с выделением приоритетных групп; составление комплексных медико-географических карт для выявления региональных группировок природных предпосылок болезней человека (природно-очаговые инфекции, инвазии, биогеохимические эндемии); медико-географическое районирование региональных сочетаний природных предпосылок болезней человека; картографирование региональных особенностей загрязняющего

комплекса среды в целом, с последующим использованием таких карт для анализа антропогенных предпосылок болезней человека; территориальный анализ антропогенных предпосылок болезней человека как проявления негативного воздействия отдельных приоритетных токсикантов и их комбинаций; определение пространственных рубежей актуальных и потенциальных медико-экологических ситуаций с использованием карт предыдущих этапов; ранжирование территории по группировкам медико-экологических ареалов и их интеграция в медико-экологические ситуации; классификация медико-экологических районов по индексу риска и их группировка в региональные медико-экологические комплексы [32].

Для анализа пространственного распределения опасностей и рисков природного и природно-техногенного происхождения, наглядного представления результатов исследования наиболее целесообразно составление карт различного масштаба и содержания. Картографическая информация позволяет выделить территориальные комбинации природных и антропогенных предпосылок болезней человека. На этой основе корректируются границы медико-экологических ареалов, входящих в состав медико-экологических районов региона. Основные картографические материалы можно объединить в 3 основные группы (блоки) карт:

- блок природных карт (для анализа факторов, обуславливающих экологические риски и опасности): физико-географические, ландшафтные, геоморфологическая, геологическая, тектоническая, неотектоническая, эколого-геодинамическая, эколого-гидрогеологическая, эколого-геохимическая, геоэкологическая карты, интегральной экологической оценки, районирования и оценки территории по опасностям и рискам возникновения чрезвычайных ситуаций с экологическими последствиями [9-14, 17-20, 23-29];

- блок социально-техногенных и экономических карт (для анализа вклада хозяйственной деятельности в формирование загрязняющего комплекса среды): карты использования земель, техногенной нагрузки, распространения приоритетных токсикантов, районирования по воздействию на окружающую среду, плотности населения, экономико-географические [2, 5];

- блок медико-экологических карт: медико-географические, медико-экологические карты природных и антропогенных предпосылок болезней человека, районирования и ранжирования с использованием балльной системы для оценки степени риска, нозогеографические карты соматических и инфекционных болезней (с дальнейшим использованием их при верификации полученных уровней экологического риска). Примерами параметрических и интегральных карт регионального уровня могут быть карты из Атласа Пермского края [2, 4, 28].

Библиографический список

1. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография // Г.Г. Онищенко, Н.В.Зайцева, И.В.Май и др. М.; Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. 738 с.
2. Атлас Пермского края / Под редакцией А.М. Тартаковского. Пермь, 2012. 124 с.
3. Барабошкина Т.А. Эколого-геохимические аспекты оценки экологических рисков // Оценка и управление природными рисками/ Мат. Общерос. конф. «Риск – 2000». М.: Анкил, 2000. С.358.
4. Быков А.А., Порфирьев Б.Н. Об анализе риска, концепциях и классификациях рисков // Проблемы анализа риска. 2006. Т.3, № 4. С.319-337.
5. Даль Л.И. Методология анализа и оценки медико-экологических опасностей и рисков // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 4 (60). С. 411-415.
6. Даль Л.И. Характеристика техногенного воздействия на природную среду Пермского края // Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность. Сб. науч. ст. по мат. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 40-летию кафедры инженерной геологии и охраны недр Пермского университета. Пермь, 2018. С. 63-70.
7. Даль Л.И., Копылов И.С. Картографическое моделирование и оценка экологических рисков южной части Пермского края // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2018. № 1 (38). С. 266-269.
8. Кащенко Н.А. Оценка экологических рисков в крупных промышленных центрах. // Оценка и управление природными рисками / мат. Всерос. конф. «Риск – 2003». М.: Изд-во Российского университета дружбы народов. 2003, С.96-100.
9. 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.
10. 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.
11. Копылов И.С. Геоэкологическая роль геодинамических активных зон // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 7. С. 67-71.
12. Копылов И.С. Закономерности формирования почвенных ландшафтов Приуралья, их геохимические особенности и аномалии // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 4.
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. Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6.
15. 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.
16. Копылов И.С. Региональные геологические факторы формирования экологических условий // Успехи современного естествознания. 2016. № 12-1. С. 172-177.
17. Копылов И.С. Принципы и критерии интегральной оценки геоэкологического состояния природных и урбанизированных территорий // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 6.
18. Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4.

19. 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.
20. 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.
21. Копылов И.С., Даль Л.И. Геоэкологическая оценка и устойчивость природной среды Кизеловского района // Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность. Сб. науч. ст. по мат. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 40-летию кафедры инженерной геологии и охраны недр Пермского университета. Пермь, 2018. С. 92-110.
22. Копылов И.С., Даль Л.И. Геоэкологическая оценка состояния природной среды Коми-Пермяцкого округа // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2.
23. Копылов И.С., Даль Л.И. Роль геологических факторов в формировании геопатогенных зон и геоэкологической обстановки // Международный журнал экспериментального образования. 2015. №12-2. С.221-222.
24. Копылов И.С., Даль Л.И. Типизация и районирование ландшафтно-геохимических систем // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2.
25. Копылов И.С., Даль Л.И. Хемотоксическое биотестирование природных вод для экологической оценки // Международный журнал экспериментального образования. 2016. № 5-3. С. 351.
26. Копылов И.С., Даль Л.И. Эколого-ландшафтно-геохимические системы Приуралья // Международный журнал экспериментального образования. 2015. №12-4. С. 496.
27. Копылов И.С., Алексеева Л.В., Даль Л.И. Региональный геоэкологический и гидрогеоэкологический анализ Пермского края // Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность. Сб. науч. ст. по мат. Междунар. науч.-практ. конф. Пермь, 2016. С. 72-79.
28. 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.
29. 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.
30. Меньшиков В.В. Концептуальные основы оценки экологического риска: учеб. пособие. М.: Изд-во МНЭПУ, 2001.
31. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. М.: Мысль, 1990.
32. Хлебович И.А, Ротанова И.Н. Картографическая концепция анализа риска проявления медико-экологических ситуаций // Оценка и управление природными рисками/ Мат. Общерос. Конф. «Риск – 2000». М.: Анкил. 2000, С.350-354.

С.А. Двинских¹, И.С. Копылов²

¹Географический факультет ФГБОУ ВО ПГНИУ, Пермь, Россия

²Геологический факультет ФГБОУ ВО ПГНИУ, Пермь, Россия

КОНЦЕПЦИЯ ИНДЕКСА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ ГОРОДА

Показаны некоторые подходы использования комплексных показателей экологической ситуации территорий в мире и России. Приведен опыт реализации основных научно-исследовательских экологических программ в Пермском крае и г. Перми. Концепция разработки индекса экологического благополучия г. Перми основана на системном подходе к изучению экологического состояния городской природно-технической среды. Основной метод исследований – картографическое моделирование, опирающийся на широкий комплекс частных методов (экологических, географических, геологических, архитектурных, санитарно-статистических и др.).

Ключевые слова: индекс экологического благополучия, концепция, город Пермь.

S.A. Dvinskikh¹, I.S. Kopylov²

¹Geographical Faculty, Perm State University, Perm, Russia

²Geological Faculty, Perm State University, Perm, Russia

THE CONCEPT OF THE ENVIRONMENTAL WELL-BEING INDEX OF THE CITY

Some approaches to the use of integrated indicators of the environmental situation of the territories in the world and Russia are shown. Experience in the implementation of the main environmental research programs in the Perm region and the city of Perm is given. The concept of developing an index of environmental well-being in Perm is based on a systematic approach to the study of the ecological state of the urban natural-technical environment. The main research method is cartographic modeling based on a wide range of private methods (ecological, geographic, geological, architectural, sanitary and statistical, etc.).

Key words: index of environmental well-being, concept, city Perm.

Актуальность и опыт использования комплексных показателей экологической ситуации территорий

Последние десятилетия характеризуются интенсивным антропогенным воздействием на экологическое состояние территорий. Определение уровня экологического благополучия территорий процесс достаточно сложный, длительный, требующий значительных финансовых затрат, однако существует необходимость в его расчете. Объясняется это тем, что от сложившейся экологической ситуации зависит развитие территории.

Международный опыт

В настоящее время в мире широко используется **индекс экологической эффективности** (ЕРІ от англ. *Environmental Performance Index*), предложенный Центром экологической политики и права при Йельском университете. Это метод количественной оценки и сравнительного анализа показателей экологической политики государств мира. ЕРІ ранжирует страны по результативности в нескольких категориях, которые объединяются в две группы: жизнеспособность экосистемы и экологическое здоровье. Публикуется раз в два года. Цель исследования – снизить давление на окружающую среду и, как следствие, на здоровье человека, стимулировать жизнеспособность экологических систем и стабильное управление природными ресурсами. Индекс экологической эффективности пришёл на смену **Индексу экологической устойчивости** (*The Environmental Sustainability Index*) в 2006 году и в настоящее время используется для расчёта **Индекса развития человеческого потенциала** (*Human Development Index*) в рамках специальной серии докладов о развитии человека Программы развития Организации Объединённых Наций (ПРООН). Выпускается раз в два года. Индекс измеряет достижения страны с точки зрения состояния экологии и управления природными ресурсами на основе 22 показателей в 10 категориях, которые отражают различные аспекты состояния окружающей природной среды и жизнеспособности её экологических систем, сохранение биологического разнообразия, противодействие изменению климата, состояние здоровья населения, практику экономической деятельности и степень её нагрузки на окружающую среду, а также эффективность государственной политики в области экологии [21].

Российский опыт

Геоэкологическими проблемами с целями разработки интегральных экологических показателей оценки состояния территорий и городов, оценки экологических рисков, экологической и геологической безопасности и близкими к ним исследованиями в России занимается большое количество научно-исследовательских и производственных учреждений во многих городах РФ.

Опыт Московского региона. Москва является примером сложной городской экосистемы, где качество среды зависит от взаимодействия различных природных и антропогенных факторов. При осуществлении экологической оценки для каждого муниципального района был проведен сопряженный анализ основных характеристик, определяющих состояние окружающей среды. Результаты статистического анализа данных по каждому компоненту оценки (функциональное использование территории, транспортная нагрузка, состояние атмосферного воздуха и т.д.) усреднялись по муниципальным районам, что нашло отражение в ряде специальных тематических картосхем, помещенных в настоящем разделе экологического альбома-справочника. Картосхема «Экологическое состояние муниципальных районов» отражает итоговую «суммарную» оценку качества окружающей среды на территории Москвы.

В качестве основных критериев экологической оценки муниципальных районов был использован целый ряд показателей. Важное значение имеет **преобладающий тип планировки муниципальных районов** (тип 1 – регулярная планировочная структура с вынесенными за пределы жилых кварталов промышленными предприятиями, организованными в промзоны; тип 2 – хаотичное сочетание жилой и промышленной застройки), класс опасности промышленных предприятий, степень озелененности районов и пр. Переходным (от архитектурно-планировочных к геохимическим) показателем является **оценка транспортной нагрузки на территорию**. При проведении оценки экологического воздействия транспорта учитывались как физические (шум), так и химические (суммарный показатель загрязнения) факторы воздействия транспорта на городскую экосистему. Третью группу составляют собственно **эколого-геохимические показатели**: качество атмосферного воздуха, загрязнение почв, состояние растительного покрова.

Для Москвы разработана многофункциональная экологическая карта. Компания EcoStandard group представляет результаты экологического рейтинга районов Москвы. Рейтинг охватил 125 районов столицы и 21 поселение. Каждый из районов оценивался по 12 критериям, влияющим на состояние окружающей среды: 1) озеленение территории; 2) соседство с крупными лесопарковыми и лесными массивами; 3) водоемы; 4) объекты теплоэнергетики (ТЭЦ, ГЭС); 5) промзоны; 6) плотность населения; 7) крупные предприятия; 8) наличие крупных источников негативного воздействия в соседних районах; 9) источники электромагнитных полей; 10) аэропорты; 11) крупные автодороги; 12) загруженность дорог. Всем районам в рамках каждого критерия присваивались баллы. Единой шкалы баллов нет, оценка каждого параметра и «амплитуда колебаний» количества баллов отличается внутри разных критериев. Например, в критерии «озеленение территории» район мог получить от +6 баллов при высоком проценте озеленения территорий до 0 баллов при низком. В то же время в критерии «промзоны» район мог получить от 0 баллов за полное отсутствие промзон до –6 баллов за наличие крупных производственных предприятий в границах района. В результате такого способа оценки каждому району присваивается свой индекс – от 1 (самый экологически неблагоприятный уровень) до 4 (самый экологически благоприятный). Такой индекс дает возможность простого отображения рейтинга на карте районов Москвы и – как следствие – легкого понимания такой карты для ее пользователей [20].

Опыт г. Санкт-Петербурга. В Санкт-Петербургском университете разработана (В.В. Дмитриев и др.) [5] методология интегральной оценки экологической целостности геосистем (ЭЦГ), которая рассматривается на примере интегральной оценки экологического благополучия (ЭБ) водных объектов суши. Признаки экологически благополучного водоема, учитываемые в модели: 1 – оптимальная первичная продукция, создаваемая экосистемами; 2 – высокое качество воды; 3 – максимальное видовое разнообразие биоты; 4 – высокая устойчивость к изменению параметров естественного и антропогенного режимов; 5 – низкая скорость закисления; 6 – высокая скорость

самоочищения; 7 – способность сохранять названные свойства в течение определенного времени. На основе метода сводных показателей (МСП) реализуется два уровня свертки информации. По величине интегрального показателя экологического благополучия (ИПЭБ) ключевой объект (малое озеро в карельском Приладожье – оз. Суури) в период с 2010 по 2013 гг. отнесен к II классу (правая граница или середина класса) ЭБ (благополучие выше среднего).

Для отражения связи экологической ситуации территории города и показатели заболеваемости детского населения используется *«экоморбидный коэффициент»*. Расчет его производится на основе анализа статистических связей. Это объясняется тем, что за последние годы отмечается рост количества неспецифических заболеваний легких, туберкулеза, аллергических, онкологических, сердечно-сосудистых болезней. Причем, как показали исследования, проведенные Городским центром санэпиднадзора Санкт-Петербурга, в районах с интенсивным уровнем загрязнения заболеваемость злокачественными новообразованиями выше в 5,8 раза, эндокринными – в 2,9 раза, ишемической болезнью сердца и гипертонией – в 2 раза. Зависимости в системе «окружающая среда – здоровье детей» не являются функциональными, а носят вероятностный, статистический характер. В то же время математический анализ, не учитывающий медико-биологической сущности явлений, нередко приводит не только к неточным, но и неверным выводам. Поэтому для выявления связей был использован логический анализ, опирающийся на систему экспертных оценок, и математико-статистическую обработку на основе корреляционно-регрессионного анализа. Достоверные корреляционные связи были установлены между количеством выбросов в атмосферу и заболеваемостью пневмониями. Исходя из данных об экологической ситуации в районах и заболеваемости, с использованием метода главных компонент был построен интеграл, названный *«экоморбидным коэффициентом»*. Согласно данному методу, чем выше значение коэффициента, тем не благоприятнее совокупность экологической ситуации и заболеваемости [5].

Опыт Татарстана. В Татарстане разработан метод *оценки экологического благополучия территории*. Цель – оценка экологического благополучия территорий и создание реестра неблагополучных территорий Республики Татарстан. Задачи исследования: 1) провести комплексный анализ состояния территорий Республики Татарстан и разработать методы их оценки; 2) разработать системный подход к оценке экологического благополучия территорий Республики Татарстан; 3) осуществить оценку и анализ уровня экологического благополучия территорий Республики Татарстан; 4) обосновать и разработать рекомендации для осуществления комплекса организационно-административных и научно-исследовательских мероприятий по восстановлению экологического благополучия территорий.

В качестве показателей, оценивающих уровень экологического благополучия территорий Республики Татарстан, были взяты: 1) масса выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от

стационарных источников, расположенных на территории Республики Татарстан; 2) масса образовавшихся на предприятиях отходов в процессе производства и потребления по классам опасности; 3) объем загрязненных и недостаточно очищенных вод, в млн. кубометров [17].

Кроме этого существует опыт разработок, оценивающих уровень экологического благополучия во многих других регионах РФ, которые характеризуются как общими, так и специфическими особенностями экологических оценок, в т.ч. связанных с социальными и экономическими критериями, однако общепринятого подхода к разработке индекса экологического благополучия пока нет.

Исходя из вышесказанного следует, что «необходимо вложить в понятие «устойчивое развитие» («sustainable development») иной смысл, отличный от того, что предлагают политики и экономисты. На самом деле речь должна идти «...о Стратегии Человечества, его совокупных действиях, способных однажды обеспечить коэволюцию человека и окружающей среды. *Разработка этой стратегии представляется самой фундаментальной проблемой науки за всю историю Человечества» (Н.Н. Моисеев) [16] И начинать ее разработку необходимо с изучения фундаментальных причин и их последствий – с индекса экологического благополучия.*

Опыт реализации научно-исследовательских экологических программ в Пермском крае и г. Перми

В период с 1988 по 1998 гг. в Пермском университете был создан *экологический центр* под руководством проректора по научной работе профессора Б.М. Осовецкого. В составе объединенного коллектива участвовали сотрудники 15 кафедр геологического, географического, механико-математического, экономического и химического факультетов, а также 5 лабораторией Естественнонаучного института. Были проведены комплексные исследования экологического состояния территорий градопромышленных агломераций Пермского края (Пермско-Краснокамской, Соликамско-Березниковской, Кизеловско-Губахинской, Горнозаводской, Лысьвенско-Чусовской). По проблемам «*Экология города*» в Пермском госуниверситете организовано несколько региональных совещаний с участием ученых всех вузов Пермского региона. Изданы материалы этих совещаний. В период с 1989 по 1995 гг. Пермский госуниверситет был головной организацией по выполнению региональной программы «*Экологическая безопасность Урала*», финансируемой из средств бюджета Российской Федерации. В выполнении программы участвовали Пермский политехнический, сельскохозяйственный, педагогический и медицинский институты.

Разработка технологий оценки экологического состояния и реабилитации зараженных территорий градопромышленных агломераций и горнодобывающих районов ведется в Пермском государственном университете на протяжении трех десятилетий. Проводятся лабораторные и полевые исследования по вопросам миграции вредных техногенных компонентов в долинах рек, трансграничного переноса, реабилитации зараженных территорий,

переработки техногенных отходов с попутным извлечением ценных компонентов, прогнозирования экологической обстановки и др.

В 1991 г. выполнена большая и интересная научно-исследовательская работа **«Оценка экологической и санитарной ситуации Пермской области и разработка рекомендаций по повышению эффективности природоохранной деятельности»** (один из соруководителей – Двинских С.А.).

В 1992 г. под руководством С.А.Двинских разработана концепция и составлен **«Геозоологический атлас Пермской области»** (масштаб 1:2 500 000), а в 1995 г – и г. Перми (масштаб 1:100 000). В этом же году закончена работа **«Комплексные исследования воздействия промышленных предприятий на экосистему Березниковско-Соликамского региона»** [2, 4, 18, 19].

В период 1997-2001 гг. в рамках федеральной программы **«Геозоология России»** проведено геозоологическое картографирование Пермской области масштаба 1:500 000 (отв. исполнитель работ – И.С. Копылов). В работе участвовал большой коллектив: геологов ФГУП «Геокарта-Пермь», экологов, ученых Пермского госуниверситета. Был составлен комплект геозоологических карт Пермского края, разработана **методика интегральной оценки состояния природно-геологической среды**. Данная работа является первой базовой сводкой по геозоологии Пермского края. Кроме того, было проведено геохимическое опробование почв и снежного покрова в крупнейших городах края (в т.ч. – г. Перми), которое на сегодняшний день является наиболее детальным. Большое внимание уделялось изучению геологической среды и инженерно-геологическим условиям в т.ч. – опасным геологическим процессам [7, 9].

Электронный вариант геозоологических карт внедрен в Управление по охране окружающей среды Пермского края и используется в составе экологического блока географической информационной системы.

В 2002-2004 гг. ГИС-Центром ПГУ и ГУ ГО ЧС Пермской области выполнялась областная программа **«Районирование территории Пермской области по степени риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и природно-техногенного характера с экологическими последствиями»** (отв. исполнитель работ – С.В. Пьянков, авторы – И.С. Копылов, А.В. Коноплев и др.). Выполнено районирование территории, создан банк данных для геоинформационной системы органов государственной власти (ГИС ОГВ). В дальнейшем проводилась детализация – промузлов: Березниковско-Соликамского, Лысьвинско-Чусовского и др. Эти работы также имеют большое значение для изучения экологической и геологической безопасности территорий [12, 15].

В 2005 г. ФГНУ ЕНИ проведено **инженерно-геологическое ранжирование территории Пермского края** для постановки работ по геологическому изучению недр на общераспространенные полезные ископаемые (отв. исполнитель работ – А.В. Коноплев, автор карт – И.С. Копылов). Разработана методика и выполнена оценка степени инженерно-геологической сложности территории по инженерно-геологическим участкам. Для этого проведено зонирование по основным факторам, определяющим

инженерно-геологические условия: распространению основных экзогенных геологических процессов (карста, овражности, заболачивания и др.), эрозионной расчлененности рельефа, сейсмичности, неотектоническим показателям Составлена карта инженерно-геологических условий края масштаба 1:500 000. Данная работа является наиболее полной сводкой по инженерной геологии Пермского края [6, 14].

В 2006-2007 гг. ЕНИ ПГУ реализована краевая программа **«Разработка концепции и технико-экономических соображений комплексного освоения природно-ресурсного потенциала промышленно-экономических районов (ПЭР) Пермского края»** (научный руководитель – А.В. Коноплев), где подробно рассмотрены эколого-геологические условия промышленно-экономических районов края, составлена карта экологических условий ПЭР [6].

В 2011 г. ЕНИ ПГУ выполнил научно-исследовательскую работу **«Концепция геологической безопасности города Перми»** по заданию Департамента планирования и развития территории города Перми (отв. исполнитель работ – А.В. Коноплев, авторы – И.С. Копылов, П.А. Красильников, И.В. Кустов). Разработана Программа геологического изучения и картографирования территории города на 2011-2020 годы и дальнейшую перспективу с системой программных мероприятий – теоретических, методических, геоинформационных, картографических и организационных основ системы геологической безопасности г. Перми. Концепция разработана впервые, аналогов не имеет. Опыт и методические наработки, полученные при проведении этой работы могут быть основой для реализации заявленного научного проекта [6, 13].

В 2012 г. ПГНИУ по заказу Министерства промышленности, инноваций и науки Пермского края разработал и подготовил к изданию **Атлас Пермского края**. Все карты геологического и геоэкологического содержания (16 карт) составлены лабораторией геологического моделирования и прогноза ЕНИ ПГНИУ (авторы – И.С. Копылов, А.В. Коноплев) [1, 6, 11].

В 2012-2013 гг. ЕНИ ПГУ выполнил научно-исследовательскую работу **«Разработка теории, методов и технологий выявления и картирования геодинамических активных зон, оценка их влияния на инженерно-геологические и геоэкологические процессы»** – по заданию Минобрнауки России (отв. исполнитель работ – И.С. Копылов). Одной из задач исследований было составление карты геодинамических активных зон г. Перми [8, 10].

В 2014-2016 гг. ЕНИ ПГНИУ выполнил научно-исследовательскую работу **«Закономерности формирования и прогнозирование природных и техногенных геологических систем в процессе недропользования»** – по заданию Минобрнауки России (научный руководитель – В.А. Наумов, отв. исполнитель работ – И.С. Копылов). В работе принимали участие 6 лабораторий ЕНИ ПГНИУ [6].

С 1989 г. Пермский университет является полноправным членом **Российско-Итальянского экологического института**, участниками которого являются также Московский и Санкт-Петербургский университеты со стороны России и 5 университетов Италии. Его деятельность связана с обменом опытом в

области экологического образования, проведение совместных семинаров и научных школ, участие в экспедициях и др. Одно из направлений работ – геологическая и экологическая безопасность городов.

Краткая характеристика концепции разработки индекса экологического благополучия г. Перми

Основным методологическим подходом является **системный подход**, позволяющий рассматривать экологическое состояние **городской природно-технической среды (ГПТС)** как единое целое, формирующееся разнородными пространственно-временными антропогенными воздействиями. Основной метод исследований – **картографическое моделирование**, опирающийся на широкий комплекс частных методов (экологических, географических, геологических, архитектурных, санитарно-статистических). Содержание построенных картографических моделей будет опираться на объективные критерии и показатели состояния ГПТС, отвечающих системе экологических норм; результативность и динамичность, предполагающих унификацию, систематизацию данных, формирование информационных банков; моделирование на основе постоянно пополняющихся баз данных; многофункциональность системы, заключающуюся в способности выполнять функции информации, оценки, прогноза.

Экологическая карта – один из наиболее наглядных результатов оценки экологической ситуации на исследуемой территории. Важность использования экологических карт *с целью выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия* подчеркнута в соответствующих нормативно-правовых документах. Экологические карты в той или иной степени могут быть использованы для решения конкретных практических задач.

Для прикладных карт характерно сочетание высокого научного уровня с наглядностью изображения и доступностью содержания. В настоящее время экологические карты наиболее активно используются при экологическом обосновании инвестиций, в градостроительном проектировании и кадастровой оценке городских территорий.

Не менее важным представляется привлечение экологических карт для решения практических задач в сфере разработки управленческих решений, направленных на обеспечение качества среды обитания, посредством разработки мероприятий по восстановлению экологического благополучия отдельно взятых территорий. Также, экологические карты, прежде всего, комплексные, могут использоваться в качестве информационного обеспечения рационального размещения производительных сил, выбора средств и методов контроля и т.д.

Схема разработки системы **индекса экологического благополучия г. Перми** состоит из четырех основных блоков – подсистем, которые являются также методологическими этапами ее формирования.

1. Формирование информационной базы данных по методам и объектам в ГИС-технологиях.

Основными методами являются: географические (эколого-географические, экономико-географические, геоморфологические, ландшафтные, почвенные, гидрологические, гидрохимические, гидрометеорологические, социально-географические, биогеографические, медико-географические, туристско-географические), геологические (космогеологические, геодинамические, геохимические, геофизические, гидрогеологические, эколого-геологические, инженерно-геологические), а также – другие методы междисциплинарных научных направлений в основном экологической направленности.

Основными объектами являются: приповерхностные: литосфера, рельеф и ландшафты, гидросфера, атмосфера, фитосфера, техносфера, социосфера в пределах города Перми и его окрестностей.

2. Системный анализ природных, техногенных, социальных и архитектурно-планировочных факторов, качества и состояния экологической, геологической, экономической и социальной обстановки, определяющих **индекс экологического благополучия города** и установление причинно-следственных связей – эколого-географический, эколого-геологический, экономико-географический, медико-географический, структурно-геоморфологический, линеаментно-геодинамический, ландшафтно- и эколого-геохимический, эколого-гидрологический, эколого-гидрогеологический, инженерно-экологический анализы.

3. Модель и инструментарий оценки экологического благополучия (или неблагополучия) территории г. Перми (анализ техногенного воздействия). Идентификация экологически благополучных (или не благополучных) территорий основана на выявлении степени концентрации основных источников антропогенного воздействия на окружающую среду. В связи с этим в качестве основной цели при решении задачи выбора и определения экологически благополучных (или не благополучных) территорий выступает анализ и определение источников загрязнения среды обитания. В качестве таковых источников будут отобраны предприятия, вносящие существенный вклад в формирование экологической ситуации города: масса выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от стационарных источников; масса образовавшихся на предприятиях отходов в процессе производства и потребления по классам опасности; объем загрязненных вод и др.

4. Формирование информационно-картографической модели **оценки экологического благополучия территории г. Перми** с применением геоинформационных (ГИС) технологий для решения задач городского (а также – федерального и регионального) уровней. Это основной картографический этап – создание параметрических, аналитических, синтетических карт экологического, географического и геологического содержания в виде Экологического атласа карт; разработка критериев оценки состояния ГПТС, районирование и ранжирование экологических обстановок.

Экологический атлас карт по содержанию включает 60 карт, входящие в блоки: геологической среды (16 карт), ландшафтов (12 карт), атмосферы (11

карт), водных объектов (8 карт), отходов (3 карты), социально-экономических карт (9 карт) и карту районирования территории Перми по индексу экологического благополучия (1 карта).

Комплект карт составляется в среднем (1:200 000-1:100 000) и крупном (1:50 000-1:25 000) масштабах, при этом применение ГИС-технологий позволяет трансформировать их в любой масштаб карт (с учетом кондиционности фактического материала).

Методология оценки экологического благополучия территорий предполагает два варианта исследования.

Первый вариант основан на определении экологического благополучия территорий в разрезе административных границ муниципальных образований и городов.

Второй вариант основан на выявлении экологического благополучия территорий в разрезе концентрации основных источников антропогенного воздействия на окружающую среду. В планируемом проекте выбор варианта исследований будет произведен на основе анализа собранных данных.

Возможно, что в качестве основной модели исследования уровня экологического благополучия будет принят **симбиоз обоих вариантов**. Это обусловлено, в первую очередь, тем, что административно-территориальный анализ носит в достаточной степени условный характер и не может отражать сложившуюся ситуацию в сфере экологического благополучия отдельных локальных территориальных границ, подверженных антропогенному воздействию. Второй вариант, наоборот, учитывая действие антропогенных нагрузок, не позволяет дать социально-рекреационную характеристику территории.

Результатом данного этапа исследований будет **методический подход к расчету индекса экологического благополучия города**.

Итоговая модель – **Карта индекса экологического благополучия**, отображающая экологическую, социальную, географическую и геологическую обстановку территории г. Перми составляется в ГИС-технологиях. Опыт показывает, что в настоящее наиболее эффективно геоинформационное картографирование проводить программными средствами ESRI ArcGIS и Arc View GIS.

В конечном итоге вся система направлена на выполнение основной цели – геоинформационного обеспечения пространственными геоэкологическими данными для устойчивого и безопасного развития территорий, управления экологическими и геологическими рисками и качеством городской природно-технической среды при проведении политики рационального природопользования, обеспечения экологической и геологической безопасности и социально-экономического развития города.

Библиографический список

1. Атлас Пермского края / Коллектив авторов. Под общей редакцией А.М. Тартаковского. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь. ОАО ИПП «Уральский рабочий», Екатеринбург, 2012. 124 с.: ил.
2. Двинских С.А., Девяткова Т.П., Ларченко О.В. Опыт использования системного подхода в гидрологических исследованиях // Географический вестник. 2015. №1(32) . С. 44-51.
3. Двинских С.А., Журани В.В., Зеленина Е.С., Зуева Т.В. Особенности регионального подхода к оценке экологической ситуации и ее влияние на природные комплексы и здоровье населения (на примере Пермского края). Пермь: Перм. гос. нац. иссл.ун-т. 2013. 166 с.
4. Двинских С.А., Ларченко О.В., Березина О.А. Научно-исследовательская лаборатория комплексных исследований водохранилищ // В сборнике: ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУКАХ Сб. научных статей по материалам Межд. науч.-практ. конф. Гл. ред. И.С. Копылов. 2016. С.65-71
5. Дмитриев В.В., Дмитриев Н.В., Воскресенская В.А., Фролова А.Д., Кожеко Ю.Р. Развитие методологии интегральной оценки экологической целостности геосистем // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. № 8. 2014. С. 78-85.
6. Коноплев А.В., Копылов И.С., Красильников П.А., Кустов И.В.. Лаборатория геологического моделирования и прогноза (2006-2016 гг.) // В сборнике: ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУКАХ Сб. научных статей по материалам Межд. науч.-практ. конф. Гл. ред. И.С. Копылов. 2016. С. 72-89.
7. 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.
8. 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.
9. Копылов И.С. Принципы и критерии интегральной оценки геоэкологического состояния природных и урбанизированных территорий // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 6.
10. Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. Копылов И.С., Пьянков С.В., Михалев В.В., Коноплев А.В. Районирование территории Пермской области по степени риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и природно-техногенного характера с экологическими последствиями // Состояние и охрана окружающей среды Пермского края в 2006 году. Сб. статей. Изд-во ОАО ИПК «Соликамск», Пермь, 2007. С.229-231, ил.-238.
16. Моисеев Н.Н. Современный антропогенез и цивилизационные разломы Эколого-политологический анализ // Вопросы философии. №1. 1995. С. 3-30.

17. Разработка критериев, разработки методики оценки экологического благополучия территорий. Создание реестра неблагополучных территорий Республики Татарстан. Разработка мероприятий по реабилитации неблагополучных территорий Республики Татарстан / Мин-во экологии и природных ресурсов РТ. 2012. http://eco.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_135558.docx

18. Dvinskich S.A., Kitaev A.B., Larchenko O.V. Formation of Ecological Risk on Plain Reservoirs. Handbook of Engineering Hydrology. Environmental Hydrology and Water Management. London, Taylor&Francis, 2014. 590 с.

19. Dvinskikh S.A., Larchenko O.V. System methodology application to make water resources management plan for unstudied rivers // В сб.: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 3, Ecological Challenges of the 21st Century. Сер. «3rd International Conference Environment and Sustainable Development of Territories: Ecological Challenges of the 21st Century» 2018. С. 012055.

20. https://vuzlit.ru/1268509/ekologicheskoe_blagopoluchie_territorii_moskvy.

21. https://zn.ua/SCIENCE/indeks_ekologicheskogo_blagopoluchiya.html.

ТРАНСФОРМАЦИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В статье с использованием аэрохимических методов произведено изучение геоэкологических аспектов природной подсистемы природно-технических систем нефтяных месторождений Пермского края. Приводятся результаты изучения геохимической трансформации атмосферного воздуха в элементарных и локальных природно-технических системах нефтяных месторождений.

Ключевые слова: природно-техническая система, техногенез, атмосферный воздух.

S.V. Isaev

Geographical Faculty, Perm State University, Perm, Russia

TRANSFORMATION OF ATMOSPHERIC AIR IN NATURAL-TECHNICAL SYSTEMS OF OIL FIELDS

In the article with the use of aerochemical methods, the study of the geoecological aspects of the natural subsystem of natural-technical systems of oil fields of the Perm Territory was carried out. The results of studying the geochemical transformation of atmospheric air in the elementary and local natural-technical systems of oil fields are presented.

Keywords: natural-technical system, technogenesis, atmospheric air.

Введение

Процесс добычи представляет собой взаимодействие между природной средой и искусственными (техническими) компонентами. В результате взаимодействия этих компонентов формируется особый вид систем – природно-технические (далее – ПТС).

Промышленные площадные (скважины, ДНС, УППН и др.) и линейные объекты (автодороги, нефтепроводы и др.) являются ПТС элементарного уровня. Учитывая технологическую связанность промышленных объектов месторождения сетью трубопроводного транспорта, линиями электропередач и сетью автодорог и др., можно сказать, что месторождение представляет собой ПТС локального уровня.

При формировании и эксплуатации ПТС происходит воздействие на природную среду. Одним из компонентов, трансформация которого происходит в рамках ПТС, является атмосферный воздух.

Целью работы является изучение геоэкологических аспектов трансформацию атмосферного воздуха в ПТС нефтяных месторождений.

Методика

Для оценки загрязнения атмосферного воздуха вблизи технологических объектов изучаемых нефтепромыслов отбирались пробы. В соответствии с РД 52.04.186-89 [3] и ОНД-86 [4] контроль загрязнения атмосферы проводился на границе СЗЗ и ближайших населенных пунктах. В исследовании учитывались результаты только на границе СЗЗ. Контрольные точки на границе СЗЗ нефтепромысловых объектов выбирались по розе ветров с подветренной стороны. Для учета влияния других источников измерения велись наблюдения на наиболее значимых объектах (УППН, ДНС) с наветренной стороны. Определялись следующие компоненты: сероводород, диоксиды азота и серы и ароматические углеводороды.

Полученные результаты рассматривались в разрезе каждого месторождения и типов технологических объектов. Затем определялось распространение процессов техногенеза в ПТС локального и элементарного уровней. Для этого вычислялись средние значения содержания загрязняющих веществ, а затем сравнивались с фоновыми показателями. В качестве фоновых показателей использовались данные пермского ЦГМС – филиала ФГБУ «Уральское УГМС». Также было произведено сравнение концентраций загрязняющих веществ с ПДК населенных мест (далее – ПДК_{н.м.}).

Для более полного анализа, кроме среднего арифметического, были рассчитаны другие статистические величины. Различия между выборками проб оценивались с помощью критерия t и критерия F. Для расчета статистических величин использовался программный продукт MS Excel.

Результатов и их обсуждение

Анализ результатов отбора проб атмосферного воздуха вблизи производственных объектов месторождений по бензолу показал, что наибольшие средние концентрации наблюдаются на Кокуйском и Озерном месторождениях. На Кокуйском месторождении превышен естественный фон по бензолу, на Падунском и Озерном месторождениях фон не превышен. В разрезе локальных ПТС в среднем содержание бензола в ПТС УППН меньше, чем в ПТС ДНС. В частности, данная тенденция характерна для Кокуйского месторождения. На Падунском месторождении концентрации бензола вблизи УППН больше, чем у ДНС. На всех месторождениях концентрации бензола в воздухе не превышают ПДК_{н.м.}

Результаты расчетов представлены в таблицах 1 – 6.

Таблица 1

Статистические показатели выборок по содержанию бензола
в атмосферном воздухе ПТС, мг/м³

№№ п/п	Месторождение	УППН					ДНС					Всего по месторождению					Фон
		\bar{x}	ДИ	S ²	N	V	\bar{x}	ДИ	S ²	N	V	\bar{x}	ДИ	S ²	N	V	
1	Кокуйское	0,042	0,005	0,0002	29	0,33	0,044	0,002	0,0002	102	0,28	0,043	0,002	0,0002	131	0,29	0,036
2	Падунское	0,026	0,008	0,0001	10	0,49	0,023	0,01	0,0001	9	0,43	0,025	0,01	0,0001	19	0,45	0,046
3	Озерное	-	-	-	-	-	0,043	0,006	0,0002	18	0,30	0,043	0,006	0,0002	18	0,30	0,035
В общем по типу объекта		0,038	0,005	0,0002	39	0,40	0,042	0,002	0,0002	129	0,24	-	-	-	-	-	-

Таблица 2

Статистические показатели выборок по содержанию толуола
в атмосферном воздухе ПТС, мг/м³

№№ п/п	Месторождение	УППН					ДНС					Всего по месторождению					Фон
		\bar{x}	ДИ	S ²	N	V	\bar{x}	ДИ	S ²	N	V	\bar{x}	ДИ	S ²	N	V	
1	Кокуйское	0,25	0,033	0,011	41	0,43	0,24	0,021	0,01	110	0,45	0,25	0,018	0,01	151	0,45	0,145
2	Падунское	0,08	0,021	0,012	110	0,45	0,08	0,073	0,01	10	1,55	0,08	0,050	0,01	20	1,49	0,141
3	Озерное	-	-	-	-	-	0,23	0,058	0,01	17	0,52	0,23	0,058	0,01	17	0,52	0,139
В общем по типу объекта		0,21	0,035	0,0161	51	0,60	0,23	0,020	0,0144	137	0,51	-	-	-	-	-	-

Содержание толуола в ПТС технологических объектов наибольшее на Кокуйском и Озерном месторождениях. На месторождениях наблюдается превышения фона. На Падунском месторождении средняя концентрация ниже фонового значения.

В общем, среди технологических объектов среднее содержание толуола вблизи ДНС больше, чем у УППН. В разрезе месторождений наблюдается иная ситуация. На Кокуйском месторождении концентрации больше у УППН, на Падунском – равные. На всех месторождениях концентрации толуола в воздухе не превышают ПДК_{н.м.}

Таблица 3

Статистические показатели выборок по содержанию ксилола в атмосферном
воздухе ПТС, мг/м³

№№ п/п	Месторождение	УППН					ДНС					Всего по месторождению					Фон
		\bar{x}	ДИ	S ²	N	V	\bar{x}	ДИ	S ²	N	V	\bar{x}	ДИ	S ²	N	V	
1	Кокуйское	0,08	0,011	0,001	30	0,36	0,09	0,006	0,001	102	0,33	0,08	0,005	0,001	132	0,34	0,011
2	Падунское	0,03	0,017	0,001	9	0,86	0,04	0,021	0,001	10	0,94	0,03	0,013	0,001	19	0,89	0,014
3	Озерное	-	-	-	-	-	0,08	0,014	0,001	18	0,35	0,08	0,014	0,001	18	0,35	0,01
В общем по типу объекта		0,07	0,011	0,0013	39	0,51	0,08	0,006	0,0010	130	0,41	-	-	-	-	-	-

Сравнение содержания в атмосферном воздухе ксилола вблизи технологических объектов месторождений показало, что на Кокуйском и Озерном месторождениях наблюдаются наибольшие концентрации. Значения выше фоновых показателей. На Падунском месторождении уровень содержания более чем в 2 раза ниже, чем на других месторождениях, но также выше фона.

Среди элементарных систем в ПТС ДНС наблюдается более высокий уровень загрязнения. На всех месторождениях концентрации ксилола в воздухе не превышают ПДК_{н.м.}

Анализ концентраций серы диоксида вблизи технологических объектов месторождений показывает, что Кокуйском и Озерном месторождениях их уровень больше, чем на Падунском. Из исследуемых месторождений фон превышен только на Кокуйском. Рассматривая локальные ПТС можно сказать, что содержание диоксида серы в ПТС ДНС выше, чем в ПТС УППН. На всех месторождениях концентрации диоксида серы в воздухе не превышают ПДК_{н.м.}

Таблица 4

Статистические показатели выборок по содержанию диоксида серы
в атмосферном воздухе ПТС, мг/м³

№№ п/п	Месторождение	УППН					ДНС					Всего по месторождению					Фон
		\bar{x}	ДИ	S ²	N	V	\bar{x}	ДИ	S ²	N	V	\bar{x}	ДИ	S ²	N	V	
1	Кокуйское	0,021	0,002	0,00004	31	0,32	0,022	0,001	4E-05	103	0,28	0,022	0,001	0,00004	134	0,29	0,025
2	Падунское	0,010	-	0	8	0,00	0,012	0,003	2E-05	9	0,43	0,011	0,002	0,00001	17	0,33	0,024
3	Озерное	-	-	-	-	-	0,022	0,003	0,00004	19	0,29	0,022	0,003	0,00004	19	0,29	0,034
В общем по типу объекта		0,019	0,002	0,0001	39	0,40	0,021	0,001	4E-05	131	0,24	-	-	-	-	-	-

Таблица 5

Статистические показатели выборок по содержанию сероводорода
в атмосферном воздухе ПТС, мг/м³

№№ п/п	Месторождение	УППН					ДНС					Всего по месторождению					Фон
		\bar{x}	ДИ	S ²	N	V	\bar{x}	ДИ	S ²	N	V	\bar{x}	ДИ	S ²	N	V	
1	Кокуйское	0,0046	3E-04	8E-07	28	0,20	0,0044	2E-04	7E-07	99	0,19	0,0045	1E-04	7E-07	127	0,19	0,002
2	Падунское	0,0056	0,001	6E-07	10	0,15	0,0060	6E-19	8E-37	8	0,00	0,0058	3E-04	4E-07	18	0,11	0,003
3	Озерное	-	-	-	-	-	0,0044	3E-04	6E-07	21	0,18	0,0044	3E-04	6E-07	21	0,18	0,003
В общем по типу объекта		0,0048	3E-04	1E-06	38	0,21	0,0045	0,000	8E-07	128	2E-16	-	-	-	-	-	-

Наибольшее содержание сероводорода в ПТС наблюдается на Кокуйском месторождении. На Падунском и Озерном месторождениях значения по сероводороду одинаковые. На всех нефтепромыслах фоновые показатели превышены. Сравнение типов технологических объектов по содержанию сероводорода показало равенство между ПТС УППН и ДНС. На Кокуйском месторождении концентрации вблизи УППН выше, чем у ДНС, на Падунском – наоборот. На всех месторождениях концентрации сероводорода в воздухе не превышают ПДК_{н.м.}

Таблица 6

Статистические показатели выборок по содержанию азота диоксида
в атмосферном воздухе ПТС, мг/м³

№№ п/п	Месторождение	УППН					ДНС					Всего по месторождению					Фон
		\bar{x}	ДИ	S ²	N	V	\bar{x}	ДИ	S ²	N	V	\bar{x}	ДИ	S ²	N	V	
1	Кокуйское	0,034	0,005	0,0003	44	0,51	0,021	0,001	2E-05	105	0,19	0,025	0,002	1E-04	149	0,47	0,036
2	Падунское	0,022	0,002	1E-05	10	0,15	0,021	3E-04	2E-07	10	0,02	0,022	0,001	6E-06	20	0,11	0,024
3	Озерное	-	-	-	-	-	0,021	0,001	4E-06	19	0,10	0,021	0,001	4E-06	19	0,10	0,035
В общем по типу объекта		0,032	0,004	0,0003	54	0,52	0,021	0,0001	1E-05	134	0,02	-	-	-	-	-	-

Результаты анализа по содержанию азота диоксида в атмосферном воздухе ПТС показали, что из всех изучаемых месторождений на Кокуйском наблюдается наибольшие концентрации. На Падунском и Озерном равные. Фоновые концентрации не превышены. Рассматривая содержания диоксида азота в локальных ПТС можно сделать вывод, что концентрации вблизи УППН

выше, чем у ДНС. Особенно четко данная тенденция прослеживается на Кокуйском месторождении. ПДК_{н.м.} на всех нефтепромыслах не превышены.

Расчет критериев t и F показал следующие результаты.

Между полученными данными по содержанию бензола между ДНС и УППН имеется высокая степень различия ($t=0,03$). В выбросах ДНС наблюдается более высокий уровень концентраций, чем у УППН.

Сравнение содержания бензола в целом по месторождениям выявило статистически значимые различия между ПТС Озерного и Кокуйского месторождений с Падунским. На Падунском месторождении наблюдаются более низкие концентрации бензола.

Оценивая результаты расчета критерия F можно сказать, разброс данных содержания бензола в атмосферном воздухе ПТС имеет схожесть выше среднего.

Расчет критерия t выборок по концентрации толуола в ПТС ДНС и УППН показал, что различия между системами весьма велики ($t=0,05$). Концентрация толуола в атмосферном воздухе вблизи ДНС и УППН отличаются. Степень разброса данных имеет уровень совпадения выше среднего ($F=0,73$).

По ксилолу различия между средними концентрациями в элементарных ПТС имеют низкую степень сходства ($t=0,04$). Концентрации в технологический объектах имеют достоверные различия. Наблюдается достаточно высокая степень различия разброса данных ($F=0,26$).

Сравнение ПТС месторождений показало, что, как и по бензолу, концентрации толуола и ксилола значительно меньше в выбросах Падунского месторождения. Различия от других месторождений достоверны. Результаты в ПТС Кокуйского и Озерного месторождений статистически достоверно не отличаются.

Критерий t и F для выборок ПТС УППН и ДНС показал, что имеются достоверные различия в среднем содержании диоксида серы и его распределении ($t=0,001$; $F=0,25$) между данными системами. Вблизи ДНС формируется более высокие концентрации серы диоксида.

Рассмотрение содержания диоксида серы в ПТС месторождений вновь показало достоверные различия между Падунским и другими месторождениями. На данном месторождении формируется наименьшие концентрации по диоксиду серы. Разброс значений концентраций на этом месторождении наименьший.

Содержание сероводорода в атмосферном воздухе элементарных ПТС УППН и ДНС имеют высокую степень сходства между собой ($t=0,97$). Разброс данных в элементарных системах имеет высокую степень различия ($F=0,04$).

Среди локальных ПТС наибольшее содержания сероводорода наблюдается на Кокуйском месторождении. В ПТС Озерного месторождения концентрация поллютанта ниже. Несмотря на то, что степень различия между содержанием сероводорода в ПТС выше среднего ($t=0,65$) можно говорить о том, что между ПТС имеют статистически значимые отличия. Уровень загрязнения сероводородом на Падунском и Озерном месторождениях не отличается.

Анализ критериев t и F по содержанию азота диоксида в ПТС технологических объектов показал, что между УППН и ДНС имеются существенные отличия ($t=0.000003$; $F=2.3E-45$). Выброс диоксида азота от УППН значительно выше.

Между ПТС Кокуйского и остальных месторождений наблюдаются достоверные отличия в средних концентрациях и их распределении. Значения содержания сероводорода на Падунском и Озерном месторождениях имеют высокую степень сходства.

Стоит отметить, что между ПТС ДНС Кокуйского и Озерного месторождений имеется высокая степень сходства.

Выводы

При эксплуатации нефтепромысловых объектов происходит изменение воздушной среды в непосредственной близости от них, и формируются ПТС элементарного уровня. В связи с тем, что данные элементарные системы взаимодействуют между собой, то можно говорить о месторождении, как о локальной ПТС.

Элементарные ПТС технологических объектов имеют свои индивидуальные особенности. Граница ПТС ДНС достигают 300-500 м, ПТС УППН – 300-1000 м. В них обнаруживаются различия по содержанию ароматических углеводородов, серы диоксида и сероводорода. Распределение концентраций загрязняющих веществ в ПТС имеет существенные отличия. Определяющим фактором в дифференциации элементарных ПТС является эксплуатируемое технологическое оборудование.

Локальные ПТС также отличаются друг от друга. Их индивидуальность определяется входящими в них элементарными ПТС.

Библиографический список

1. Бузмаков С.А., Костылева Н.В., Сорокина Т.В. Об оценке выбросов в атмосферу от функционирования будущего пермского зоопарка. *Географический вестник*. 2014. №4 (31). С. 67-74.
2. Бузмаков С.А. Техногенез и трансформация природной среды в карстовой районе при добыче нефти // *Экологические проблемы. Взгляд в будущее Сборник трудов VIII Международной научно-практической конференции*. 2017. С. 51-55.
3. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ содержащихся в выбросах предприятий ОНД-86.
4. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89;
5. Солнцева Н. П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1998.
6. Соромотин А.В. Воздействие добычи нефти на таежные экосистемы Западной Сибири: монография. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2010.

ГЕОСИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ

Территория проведения инженерных изысканий всегда соответствует природной геосистеме или ее части. Элементарной структурной единицей биогеоценотической организации жизни является биогеоценоз, по которому предлагается оценивать природные условия территории изысканий. Объектом изучения является основной самостоятельный структурный элемент биосферы – биогеоценоз, а предметом – качество выполняемых им экологических функций. Практика оценки состояния природной среды при инженерно-экологических изысканиях в основном ориентирована на изучение компонентов среды как ресурса, в частности на загрязнение воды, почвы, растительности. В экологическом отношении средообразующая функция природной среды часто является более приоритетной, чем ресурсная.

Ключевые слова: биогеоценоз, инженерные изыскания, средообразующая функция.

T.I. Karavaeva, V.P. Tihonov

Natural Sciences Institute of Perm State University, Perm, Russia

GEOSYSTEM ANALYSIS AT ENGINEERING SURVEYS

The territory of engineering surveys always corresponds to the natural geosystem or its part. The elementary structural unit of the biogeocenotic organization of life is the biogeocenosis, according to which it is proposed to assess the natural conditions of the survey area. The object of study is the main independent structural element of the biosphere – biogeocenosis, and the subject is the quality of the ecological functions performed by it. The practice of assessing the state of the natural environment during engineering and environmental surveys is mainly focused on the study of environmental components as a resource, in particular on water, soil and vegetation pollution. Ecologically, the environment-forming function of the environment is often a higher priority than the resource one.

Key words: biogeocenosis, engineering survey, environment-forming function.

Актуальность проблемы

Биосфера земли представлена иерархически упорядоченными геосистемными подразделениями, которые на локальном уровне представлены биогеоценозами. Биогеоценоз – это однородный участок земной поверхности с определенным составом живых организмов (биоценоз) и определенными условиями среды обитания (биотоп), которые объединены обменом веществ и энергии в целостный природный комплекс [10]. Биогеоценоз приурочен к конкретному геоморфологическому элементу ландшафта и является основным самостоятельным структурным элементом биосферы, отражающим комплекс зональных природных условий на различных участках. В самом общем виде основными биогеоценозами являются закономерно сменяющие друг друга в

пространстве биогеоценозы водоразделов и природораздельных пространств, водораздельных склонов и долин рек. Состояние природной среды, в случае линейного объекта проектирования, следует оценивать по качеству выполняемых этими биогеоценозами функций [13]. На практике граница территории изысканий проводится субъективно, часто в виде геометрической фигуры, не имеющей отношения к природным комплексам.

Методика оценки состояния биогеоценозов является важнейшей теоретической и практической задачей современности. Анализ литературы показывает, что исследователи описывают структуру биогеоценозов, причины и последствия изменений отдельных компонентов, степень антропогенного нарушения, но экологически наиболее важные функциональные характеристики практически не изучаются [6, 11, 12].

Проблема оценки средообразующих функций биогеоценозов при инженерно-экологических изысканиях ставится впервые. В условиях ограниченного времени на прикладные исследования получение «мгновенного» снимка функциональных характеристик природной среды методически не разработано. В статье рассматривается методический подход к оценке функционального состояния биогеоценозов на основе интегральных показателей.

Экологическое обоснование биогеоценоза как объекта оценки при изысканиях

Совместное развитие растительности и животных под действием естественного отбора способствует их приспособлению к конкретному участку ландшафта, использованию строго определенных пищевых и энергетических ресурсов. В результате на данном местообитании виды приспособляются друг к другу, что является обязательным условием целостности и стабильности биогеоценоза. Биогеоценоз является основным самостоятельным структурным элементом биосферы, отражающим комплекс природных условий на конкретной территории. Состояние каждого биогеоценоза и его ответная реакция на планируемое воздействие линейного объекта определяют допустимость намечаемой деятельности и являются основой экологического обоснования при инженерно-экологических изысканиях.

Все биогеоценозы наследуют основные особенности рельефа, почвенных, геологических и гидрогеологических условий, отражают их в биоценозе и приобретают свои специфические черты. Эти специфические особенности позволяют более точно проводить границы биогеоценозов. Все основные свойства биогеоценоза проявляются через его растительность, которая обеспечивает защитные и ресурсные функции для животных. Растительность хорошо распознается и картируется, поэтому границы биогеоценозов следует проводить по границам фитоценозов. Биогеоценоз – это экосистема в границах фитоценоза [8]. Изменение растительности маркирует условия увлажнения, почвенные, геологические, геохимические и другие границы. Но в пределах значительной площади развития одного вида растительности эти границы в явном виде при изысканиях определить достаточно сложно. Еловый лес на водораздельном пространстве, склоне водораздела и в речной долине находится

в различных условиях увлажнения, имеет различный воздушно-водный режим почвы и качество почвы, различный видовой состав фауны и микробиоценозов. Животный мир в зависимости от места обитания также существенно различается. Следовательно, в пределах одного биоценоза, представленного еловым лесом, следует выделять несколько биогеоценозов с названием, отражающим геоморфологическую приуроченность к ландшафту, имеющих различный животный мир и различную устойчивость к внешним воздействиям. Критерием выделения границ является неоднородность геологических условий, т.е. условий местообитания фитоценоза или биоценоза. Анализ почвенных, геологических карт и карт четвертичных отложений позволяет уверенно выделить границы биогеоценозов в пределах одного фитоценоза. Биогеоценозы выделяются на подготовительном этапе проведения инженерно-экологических изысканий с использованием дешифрирования аэрокосмических снимков. На этапе полевых исследований границы биогеоценозов могут корректироваться [13].

Различное состояние изучаемых биогеоценозов на период проведения изысканий определяет их различную устойчивость к воздействию планируемого к строительству объекта и соответственно допустимость этого воздействия.

Теоретическое обоснование приоритетных функций биогеоценозов

Средообразующая функция биогеоценозов заключается в преобразовании физико-химических параметров среды в условия, благоприятные для существования живых организмов и определяет качество жизни на конкретной территории. Составными частями общей средообразующей функции, наиболее важными в экологическом отношении, являются функции продуцирования и деструкции вещества, а также биогеохимического обмена, определяющие круговорот жизни на Земле. Все эти функции – фундаментальное отражение эволюционного процесса, свойственны любым зональным биогеоценозам биосферы, характеризуют качество и этап развития биогеоценозов, могут быть достоверно оценены прямыми и косвенными методами в составе инженерных изысканий, а их развитие под влиянием природных и техногенных процессов прогнозируется на основе экологических закономерностей функционирования природных систем.

Продуцирование – это функциональная характеристика интегральных условий среды биогеоценоза, а не арифметическая сумма показателей биомассы, видов растительности, древесных ярусов, величины увлажнения почвы, ее механического состава, количества гумуса и т.п. Исследователями установлена четкая тенденция снижения фундаментальной средообразующей функции биогеоценозов и их устойчивости к внешним воздействиям в результате уменьшения лесопродуцирующих площадей. Техногенная фрагментация биотопов блокирует воспроизводство биоценозов, разрушает их субстрат – почвенный покров и изменяет направление миграционных потоков вещества. При фрагментации сократившаяся площадь местообитаний обеспечивает меньший размер популяций, который может быть ниже критического значения. В максимальной степени фрагментация воздействует на

состояние популяций поздне-сукцессионных эдификаторов [3]. В экосистемах отсутствуют механизмы адаптации к фрагментации, в то время как механизмы фрагментации обладают синергетическим эффектом [1].

Обзор проведенных исследований [13-15] доказывает, что признаками неустойчивости биогеоценоза являются его изолированность в пространстве, наличие краевого эффекта и уменьшение площадей продуцирования вследствие утраты значительной части экологических функций. Мелкие лесные фрагменты (площадью меньше 1,5 га) характеризуются катастрофическим и очень сильным уровнем деградации. Крупные фрагменты (площадью от 49 до 603 га и более) характеризуются слабым уровнем деградации лесной среды. В этом случае негативное влияние рубежей фрагментации проявляется в краевой (опушечной) зоне, ширина которой достигает 25-35 м [5]. Кроме уменьшения продуцирования существенно снижаются другие экологические функции – убежища и воспроизводства животных, качество кормовой базы в связи с ограничением миграции, ресурсообразующий водный и температурный режим территории.

В процессе проведения изысканий функциональное состояние зональных биогеоценозов и продуцирование биомассы наземных растений можно характеризовать, используя общую лесистость биогеоценоза. Продуцирование биомассы определяется лесистостью территории. Более 90 % фитомассы концентрируется в древесном ярусе, и именно фитоценоз в значительной мере определяет средообразующую функцию биогеоценоза. Показатели, которые характеризуют продуктивность основных растительных сообществ, могут использоваться для оценки функционирования биогеоценоза [4]. В частности, зональная лесистость территории является интегральным показателем качества средообразующей функции биогеоценозов. Для каждой конкретной природной зоны показатель оптимальной лесистости находится в соответствующих интервалах значений. Средний показатель оптимальной лесистости для страны с различными природными условиями – понятие бессмысленное. Значение имеет только показатель, рассчитанный для каждой природной зоны и подзоны, имеющий статус экологического норматива лесистости. Именно с этим нормативом следует сравнивать лесистость территории изучаемого биогеоценоза.

Понятие «экологическая норма лесистости» является принципиально важным, определяющим и рассчитывается по данным натурного обследования земель и материалам почвенных, геоботанических, лесоустроительных, землеустроительных изысканий, других проектных работ, связанных с картированием территорий и инвентаризацией природных ресурсов. Например, по результатам расчетов, проведенных для лесостепной зоны Казахстана, норма лесистости составляет 25 %, а для степной – 5,5 % [9].

Градации нормы лесистости в качественном выражении может быть представлена в следующем виде: экологически недопустимая, допустимая и оптимальная. Исследования, проведенные в Белгородской области России, подтверждают возможность ее использования. Лесистость речных бассейнов VI порядка разделяется на минимально допустимую и оптимальную [7].

Анализ результатов исследований позволяет предложить показатель «экологическая норма лесистости» для оценки функциональных свойств конкретного биогеоценоза при инженерно-экологических изысканиях. Сравнивая показатель лесистости исследуемого биогеоценоза с экологическим нормативом лесистости природной зоны или подзоны, получаем степень отклонения лесистости от оптимального значения и соответствующую градацию нормы лесистости – экологически недопустимая, допустимая и оптимальная. Экологический норматив лесистости природной зоны в этом случае соответствует оптимальному значению. В целях экспрессной оценки функциональных свойств биогеоценоза при инженерных изысканиях с некоторой условностью весь интервал значений от 0 до оптимального зонального значения можно разделить на три равных интервала:

- экологически недостаточная норма лесистости от 0 до 33 %;
- допустимая норма лесистости от 34 до 65 %;
- оптимальная норма лесистости от 66 до 100 %.

Условность деления заключается в том, что зависимость здесь не линейная, а функциональная, характерная для каждой природной зоны.

В рассмотренном выше примере, где рассчитанная норма лесистости для лесостепной зоны республики Казахстан составляет 25 %, экологически недостаточная норма лесистости находится в интервале от 0 до 8,25 %, допустимая норма – в интервале 8,5 – 16,25 %, а оптимальная норма лесистости составляет 16,5 – 25 %.

В соответствии с полученными значениями лесистости средообразующую функцию зонального биогеоценоза на период исследования можно оценивать как экологически недостаточную, достаточную для поддержания жизненных функций и оптимальную.

Выводы

Геосистемы в ранге биогеоценозов являются основными самостоятельными структурными элементами биосферы, отражающими комплекс зональных природных условий на территории изысканий. Научно обоснованное, а не субъективное выделение границ биогеоценозов при инженерных изысканиях является важнейшим методическим решением по выбору территории изысканий. Границы биогеоценозов следует выделять на основе анализа границ геологических, геоморфологических, растительных и почвенных подразделений.

Оценка функционального состояния биогеоценозов на основе интегральных показателей при изысканиях позволяет принимать решения о допустимости планируемых воздействий на территорию. Средообразующая функция биогеоценозов при этом имеет фундаментальное значение и определяется интегральными показателями: площадью продуцирования органического вещества, которая выражается через зональную лесистость и степень фрагментации фитоценозов. Показатели достаточно просто определяются, не требуют существенных затрат, и позволяют оценить функциональные характеристики всего биогеоценоза при инженерно-экологических изысканиях.

Библиографический список

1. Агаханянц П.Ф. Экологическая оценка фрагментации территории при проектировании дорожно-транспортных сетей: автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2003. 20 с.
2. Гусев А.П. Антропогенная трансформация ландшафтной структуры и лесные сукцессии // Известия БГПУ им. М. Танка. Сер. 3. 2013. №1. С. 24-28.
3. Дмитриев В.В., Огурцов А.Н. Подходы к интегральной оценке и картографированию устойчивости и экологического благополучия геосистем. II. Методы интегральной оценки устойчивости наземных и водных геосистем // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 7. 2013. Вып. 3. С. 88-103.
4. Ивонин В.М., Пиньковский М.Д., Егошин А.В. Фрагментация горных лесов при размещении объектов Олимпиады-2014 // Лесное хозяйство. 2012. №1. С. 31-34.
5. Крайнов К.Н., Курманская А.В. Влияние почвенно-экологических условий Вармийской возвышенности на развитие луговой растительности // Отражение био-, гео-, антропогенных взаимодействий в почвах и почвенном покрове: сб. матер. IV Всерос. науч. конф. с междунар. участием / под ред. С.П. Кулижского (отв. ред.), Е.В. Калласс, С.В. Лойко. Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. Т.2. С. 108–111.
6. Кузьменко Я.В., Лисецкий Ф.Н., Кириленко Ж.А., Григорьева О.И. Обеспечение оптимальной водоохранной лесистости при бассейновой организации природопользования // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2013. Т. 15. № 3(2). URL: http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2013/2013_3_652_657.pdf.
7. Лавренко Е.М. Успехи и очередные задачи в изучении биогеоценозов суши в СССР / Е.М. Лавренко, Н.В. Дылис // Ботанический журнал. 1968. Т. 53. Вып. 2.
8. Методика определения экологического норматива лесистости в эколого-географическом районе при проведении экологического районирования территорий областей: Республиканский нормативный документ / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Казахстан. Кокшетау, 1998. 11 с.
9. Остроумов С.А. Новые варианты определения понятий и терминов «экосистема» и «биогеоценоз» // Докл. Рос. акад. наук. 2002. Т. 383, № 4. С. 571–574.
10. Паракишин Ю.П., Курманская А.В., Крайнов К.Н. Современное почвенно-экологическое состояние луговых ландшафтов Калининградской области // Перспективы освоения инновационных технологий в сельском хозяйстве на примере Калининградской области: матер. Междунар. науч.-практ. конф. Калининград, 2011. С. 155–159.
11. Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. Т.1. Биогеоценозы и их компоненты / под ред. Р.В. Ковалёва. Новосибирск: Наука, 1974. 315 с.
12. Тихонов В.П., Караваева Т.И. Геосистемная оценка экологических условий трассы линейного объекта при инженерно-экологических изысканиях // Инженерные изыскания. 2013. № 6. С. 62–66.
13. Báldi A., Vörös J. Extinction debt of Hungarian reserves: A historical perspective // Basic and Applied Ecology. 2006. Vol. 7. P. 289-295,
14. Boudreault C., Bergeron Y., Drapeau P., Lo'pez L.M. Edge effects on epiphytic lichens in remnant stands of managed landscapes in the eastern boreal forest of Canada // Forest Ecology and Management. 2008. № 255. P. 1461–1471.
15. Hedenes H., Ericson L. Species occurrences at stand level cannot be understood without considering the landscape context: cyanolichens on aspen in boreal Sweden // Biological Conservation. 2008. Vol. 141, № 3. P. 710-718.

**ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ГЕОПАРКА
НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ГЕОТУРИЗМА
И ИСТОРИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ**

Показаны проблемы формирования и развития геопарков в мире и в России. Приведены примеры создания крупных комплексных геопарков в различных регионах. Проведен геолого-географический анализ Среднего Урала и показаны возможности создания геопарка на этой территории.

Ключевые слова: геопарк, горно-геологический туризм, Средний Урал.

I.S. Kopylov, L.I. Dal, R.N. Trofimov

Perm State University

**PROBLEMS AND POSSIBILITIES OF ESTABLISHING GEOPARK IN THE
MIDDLE URALS TO DEVELOP GEOTOURISM AND HISTORICAL AND
GEOLOGICAL HERITAGE**

The problems of the formation and development of geoparks in the world and in Russia are shown. Examples of the creation of large complex geoparks in various regions are given. A geological and geographical analysis of the Middle Urals was carried out and the possibilities of creating a geopark in this territory were shown.

Key words: geopark, geological tourism, Middle Ural.

Проблема формирования и развития геопарков находится на стыке наук геологии (историческая геология, палеонтология, учение о полезных ископаемых, горное дело, история науки и др.) и географии (рекреационная география, экономическая география, туризм).

Геопарки – это единые географические районы, где объекты и ландшафты международного геологического значения управляются согласно целостной концепции защиты, образования и устойчивого развития [11]. *Геопарк* – имеющий особый охраняемый статус регион, на территории которого наглядно раскрывается геологическая история Земли, формирования местных ландшафтов, образования пород и месторождений полезных ископаемых, сохранились в массовом порядке ископаемые останки доисторических животных. В созданных в различных странах геопарках проводятся ознакомительные экскурсии, наиболее значимые места (геопункты) оборудованы пояснительными таблицами. По специально проложенным маршрутам, оборудованным указателями и путевыми картами, могут передвигаться как пешие туристы, так и велотуристы. Движение по созданию

геопарков зародилось в 1990-е годы и постепенно охватило всю планету. С 2002 г. существует специальная программа ЮНЕСКО по поддержке в создании всемирной сети национальных геопарков (*Global Network of National Geoparks*). С 2004 г. созданная организация всемерно развивает т. н. «геотуризм», служащий как просветительским, так и социо-экологическим целям. К октябрю 2010 г. в эту организацию ЮНЕСКО входили 77 геопарков из 24 стран. В 2000 г. создаётся Европейская сеть геопарков, в которой к июлю 2011 г. находились 43 региона Европы из 17 стран. Входящие в эту сеть геопарки связаны между собой организационно и оказывают друг другу хозяйственную и экономическую помощь. В Европе геопарки расположены в таких государствах, как Австрия, Германия (13), Греция, Франция, Хорватия, Англия, Шотландия, Финляндия, Норвегия, Испания, Италия, Чехия, Румыния, Португалия, Ирландия, Сев. Ирландия. За пределами Европы геопарки ЮНЕСКО созданы в Китае (22), Вьетнаме, Малайзии, Японии, Южной Корее, Канаде, Бразилии, Иране, на Тайване [14].

Глобальные геопарки ЮНЕСКО использует свое геологическое наследие, в связи со всеми другими аспектами природного и культурного наследия района. Его назначение – повысить осведомленность и понимание ключевых проблем, стоящих перед обществом, таких как рациональное использование ресурсов Земли, смягчение последствий изменения климата и стихийных бедствий. Глобальные геопарки ЮНЕСКО дают местным жителям чувство гордости за свой регион и усиливают их идентификацию с ним. Создание инновационных местных предприятий и новых рабочих мест стимулируется развитием геотуризма.

По критериям разработанным ЮНЕСКО [9], геологические парки должны:

- представлять высокое достижение человеческой деятельности (например, уникальные отработанные месторождения, древние горные выработки), строительную, архитектурную, технологическую или ландшафтную целостность, природный геологический феномен (геологический памятник);
- обеспечивать обмен информацией, сохранность культурных традиций и свидетельств цивилизации;
- отражать естественное, характерное для той или иной эпохи развитие форм рельефа, природных геологических процессов, геологические особенности развития планеты, результаты недропользования;
- характеризовать важнейшие современные эколого-биологические процессы, происходящие на планете, и естественную среду обитания [3].

В отличие от природных парков (рис. 1), в которых предусмотрены ограничения на посещения, геопарки ориентированы больше на познавательно – просветительскую деятельность и геотуризм в том числе.

Важнейшее значение для образования геопарков имеют геологические памятники. Выделяются геологические памятники следующих типов:

- стратиграфические,
- историко-геологические,

- палеонтологические.
- минералогические и петрографические,
- гидрологические,
- вулканические,
- горно-геологические,



Рис. 1. Система факторов туристской привлекательности природных объектов [6, 7]

Некоторые примеры создания успешных геопарков в мире

Швейцария. Геопарки появились в Швейцарии относительно недавно. В 2001 и 2003 годах были созданы два геопарка, и в настоящее время в проекте находятся еще пять. В декабре 2005 г. Парламентом была принята редакция Закона об охране природы Швейцарии. Пересмотр закона направлен на содействие созданию крупных охраняемых районов по всей стране. Государство будет субсидировать три категории природных парков: национальные парки, природные региональные парки и природные пригородные парки. Более 35 проектов новых парков в настоящее время находятся на подготовительной стадии и ориентированы на получение экологического статуса охраняемой территории. Первый шаг заключается в оценке характеристик геолого-геоморфологического наследия различных проектов. Далее, методом анкетирования оценивается место геологии и геоморфологии в проекте. На основе этой оценки обсуждается потенциал различных проектов по созданию геопарка [11].

Малайзия. Острова Лангкави являются идеальным местом для организации геопарка, поскольку они представляют собой наиболее полную геологическую последовательность палеозойской горных образований данного региона. Собрание из 99 островов с выдающимся тропическим карстовым ландшафтом и разнообразными геологическими особенностями создает привлекательный ландшафт, обеспечивая основу для выбора первого национального геопарка в Малайзии. Из нескольких кластеров малайских рыболовных сообществ острова переросли в главное туристическое

направление страны. Чтобы сохранить геологическую уникальность островов и природное наследие, не ставя под угрозу их потенциал для использования ресурсов, государственная власть приняла решение объявить острова Лангкави геопарком [11].

Китай.

Гугуанянский геопарк с красивыми озерами Маара, экоокружающей средой и современным музеем расположен на полуострове Лейчжоу на юге Китая. Из неизвестного этот район превратился в привлекательное живописное место, и теперь играет важную роль в развитии местного сообщества. Это пример того, как надо создавать успешные геопарки. Его особенности:

- сценические особенности геопарка показаны на основе раскопок и повышения научной значимости и ценности геологического наследия. Осадок озера Хугуаньян из буровых ядер выявил палеоклиматический архив высокого разрешения в рамках совместного исследования между Китаем и Германией, и недавно было опубликовано множество результатов исследований.

- разнообразные сцены природы в геопарке составлены в сочетании с научными функциями.

- создан современный музей с богатыми научными знаниями и культурой.

- единая административная система отвечает за управление, защиту и развитие всего геопарка.

- местное правительство оказывает сильную поддержку геопарку. Оно объединяет усилия с компаниями и институтами. Это лучший способ сделать успешный геопарк [11].

Национальный геопарк Чжанье Данься. Парк расположен в северных предгорьях хребта Циляншань, в уездах Линьцзэ и Сунань. Чжанье Данься известен своими необычными цветами скал, являющихся гладкими, острыми и достигающими высоты нескольких сотен метров (рис. 2).



Рис. 2. Цветные скалы в геопарке Чжанье Данься [12]

Они образованы отложениями песчаника и других полезных ископаемых, которые сформировались здесь в течение 24 миллионов лет. В результате образовалось подобие слоёного пирога, возникшее вследствие движения тех же самых тектонических плит, благодаря которым сформировалась часть Гималаев. В 2005 году Чжанье Данься был признан коллегией журналистов, представлявших 34 крупнейших СМИ, одним из самых красивых рельефов

Данься в Китае. В 2009 г. китайская версия журнала National Geographic назвала Чжанье Данься одним из «шести самых красивых ландшафтных образований» в Китае. В 2010 году разноцветные горы Чжанье Данься попали под опеку Всемирного наследия ЮНЕСКО, а в ноябре 2011 года весь живописный район получил статус национального геопарка. Парк стал главной туристической достопримечательностью в окрестностях Чжанье. Чтобы посетителям было удобнее осматривать скальные образования, было построено большое количество деревянных настилов и подъездных дорог. В 2014 г. в совершенствование инфраструктуры в области Бингоу было вложено 100 миллиардов юаней [12].

В России на законодательном уровне пока нет термина «геопарк». Планируется и активно формируются проекты геопарков на Алтае, Карелии, Кавказе, Прибайкалье, Урале и в других регионах.

Геологические предпосылки создания геопарков на Среднем Урале

На Восточном склоне Урала получил известность проект геопарка «Самоцветная полоса Урала» (СПУ) [13]. Его создание даёт возможность для развития международного геотуризма. Геопарк объединит в единую систему геологические и минералогические объекты, ландшафт и культурно-историческое наследие. Следует отметить, что начало геопарку уже положено – в границах будущего геопарка создан в 1995 году природно-минералогический заказник «Режевской». Предполагается создание инфраструктуры в виде управляющих центров, приближенных к местам посещения (пос. Малышева, с. Черемисское, с. Мурзинка). Базовой единицей геопарка на Урале должны стать известные месторождения полезных ископаемых. Структура Геопарка определяется тремя минералогическими заказниками – Режевский, Мурзинский, Изумрудные копи (табл. 1).

Таблица 1

Критерии ЮНЕСКО для территории геопарка СПУ[13]

Критерии ЮНЕСКО	Имеющиеся элементы соответствия критериям
геология и пейзаж	СПУ - геологическая провинция мирового значения, красивейшие пейзажи Среднего Урала
устройство управления и надзора	Опыт Ильменского заповедника и Режевского заказника
наличие и уровень описаний и пояснений к природным объектам	Издано более 400 книг
геотуризм	Действуют туры на Мурзинку, Липовку, Изумрудные Копи
потенциал развития местной экономики	Значительная минерально - сырьевая база драгоценных камней, редких металлов, керамики, радоновых вод
- удобство путешествия	Асфальтовые дороги федерального, областного и местного значения

Уральский геолого-географический регион знаменателен тем, что именно здесь открыто первое в России золото и создана золотодобывающая промышленность. Первое в мире месторождение платины и первые алмазы

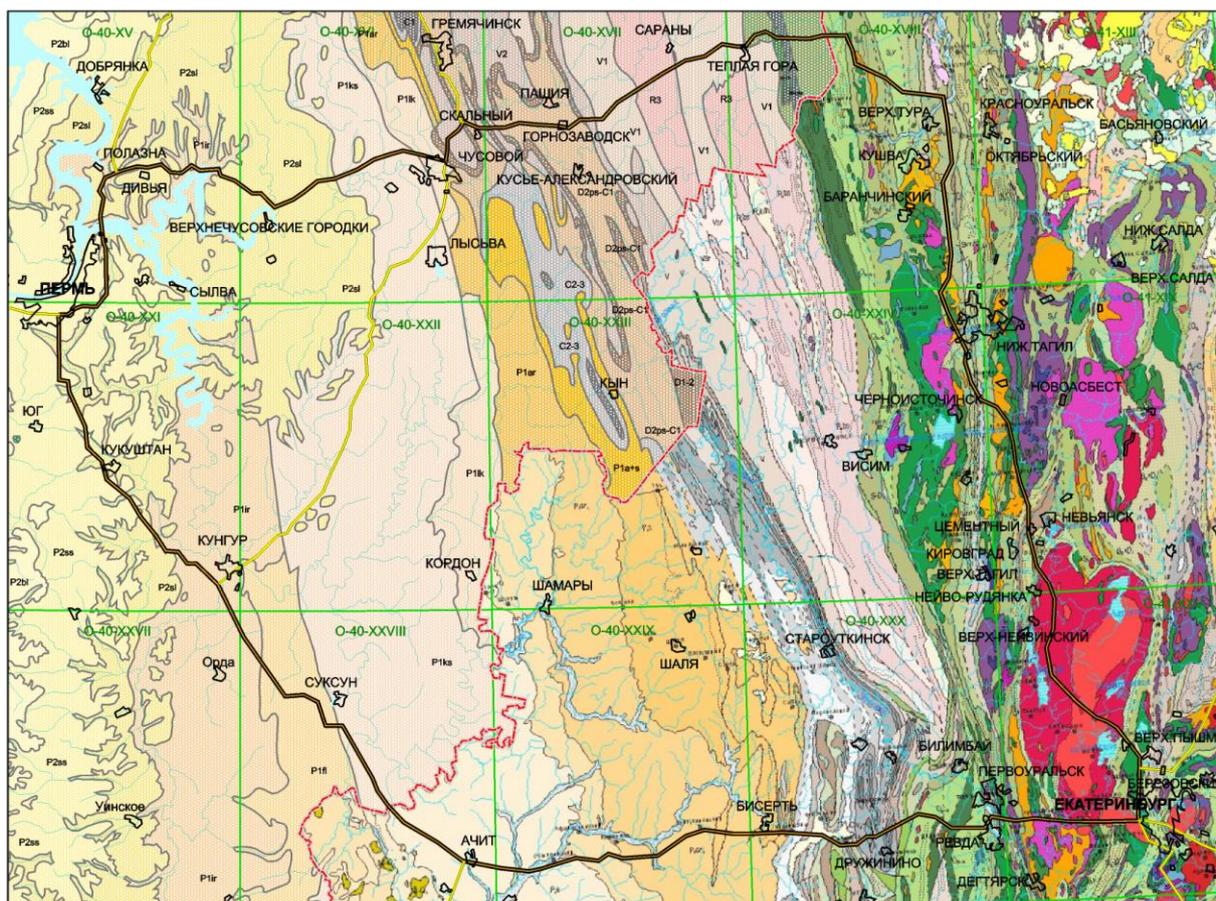


Рис. 4. Геологическая карта перспективного района для размещения геопарка на Среднем Урале [5]

Протяженность: около 400 км.

Ширина: приблизительно от 25-30 до 100 км.

Самая высокая точка – в разных вариантах: или гора Средний Басег (994 м), или гора Ослянка (1119 м).

Климат – континентальный.

Средняя температура января: -18°C .

Средняя температура июля: $+18,5^{\circ}\text{C}$.

Среднегодовое количество осадков: в восточной части – 400-500 мм, в юго-восточной – до 380 мм. В горах – до 700 мм.

Основные крупные природные объекты:

- горные хребты и массивы: Бардымский, Басеги, Веселые горы, Коноваповский увал;
- горы: Ослянка (1119 м), Юрма (1003 м), Качканар (887,6 м), Шунут-камень (762,5 м), Старик-камень (755 м), Широкая (751 м), Азов (589 м), Волчиха (526 м) и другие;
- скалы: Великан, Верблюды (на горе Качканар), Ермак, Каменный Город, Марков-камень, Чертово городище, Семь Братьев и другие;
- реки (порожистые, интересные для водного туризма): Акчым, Бабка, Вижай;
- озера: Большой Вагильский Туман, Малый Вагильский Туман;

- город Верхнечусовские Городки (первая нефть в Волго-Уральском регионе);
- пос. Промысла (первые в России находки алмазов);
- город Пермь (историческая архитектура русского промышленного поселения, старинные медные рудники и др.);
- город Невьянск (музей – наклонная башня);
- город Березовский (музей золота, Березовские золотые промысла)
- природные парки: «Река Чусовая», «Оленьи ручьи», «Бажовские места», природно-минералогический заказник «Режевский», заповедник «Басеги» [1, 2, 10].

Таким образом, на Среднем Урале (Пермский край, Свердловская область) сложились предпосылки для организации крупных геопарков в целях развития геологического, природного, культурно-познавательного и научного туризма. Необходимости проведение исследований для научного сопровождения развития геопарков.

Библиографический список

1. Атлас особо охраняемых природных территорий Пермского края / под ред. С.А.Бузмакова. Пермь: Астер, 2017. 512 с.
2. Геологические памятники Пермского края: Энциклопедия /под общей ред. И.И. Чайковского. Пермь: Книжная площадь, 2009. 616 с.
3. Колесникова Н.В., Хуусконен Н.М. Геопарки как основа развития горно-геологического туризма // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 7. Ч. 3 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/07/56109>.
4. 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.
5. Копылов И.С., Наумов В.А., Наумова О.Б., Харитонов Т.В. Золото-алмазная колыбель России / под общ. ред. В.А. Наумова; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2015. 132 с: ил.
6. Светов С.А., Колесников Н.Г., Колесникова Н.В. Предпосылки организации геопарков в республике Корея // Современные проблемы сервиса и туризма. Т.10. №1. 2016. С.111-119.
7. Deng J., King B., Bauer T. Evaluating natural attractions for tourism // Annals of Tourism Research. 2002. Vol. 29. No. 2. Pp. 422–438.
8. Karkola V., Johansson P., Seurujärvi J. Golden Geopark of Lapland – Defining and Evaluating The Geological Sites // European Geoparks Conference. September 3-6th. Book of Abstracts. Oulu, 2015. P. 27.
9. <http://www.geomem.ru/geoparks.php>.
10. <http://geosfera.org/evropa/russia/2116-sredniy-ural.html>
11. Global Geoparks Network Электронный ресурс. – URL: <http://www.globalgeopark.org>.
12. <http://udivitelno.com/mesta/item/980-raznotsvetnye-skaly-chzhan-e-dansya-kitaj-20-foto>
13. <http://uole.ru/TEXT/GEO.pdf>
14. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Геопарк>

П.А. Красильников¹, И.В. Кустов¹, Ю.О. Белоногова²
¹ФГБОУ ВО ПГНИУ, Пермь, Россия
²ФГБУ УралНИИ «Экология», Пермь, Россия

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ (НА ПРИМЕРЕ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ)

В статье рассматриваются вопросы подготовки электронной модели и картографического материала при разработке территориальной схемы обращения с отходами. Описываются преимущества использования Геоинформационных систем при подготовке этих моделей. На основе созданной модели дается оценка экологической нагрузки по количеству образующихся отходов в разрезе муниципальных районов и городских округов

Ключевые слова: экологическая нагрузка, территориальная схема обращения с отходами, геоинформационное моделирование, картография, ГИС.

P.A. Krasilnikov¹, I.V. Kustov¹, Yu.O. Belonogova²
¹ Perm State University, Perm, Russia
² UralNSI «Ecology», Perm, Russia

ENVIRONMENTAL LOADS ASSESSMENT WHEN CREATED A TERRITORIAL WASTE TREATMENT SCHEME USING GIS TECHNOLOGIES (EXAMPLE ON THE TVER REGION)

The article deals with the preparation of an electronic model and cartographic material in the development of a territorial waste management scheme. The advantages of using geographic information systems in the preparation of these models are described. On the basis of the model created, an assessment of the environmental load is given by the amount of waste generated in the context of municipal districts and urban districts.

Keywords: environmental load, territorial scheme of waste management, geoinformation modeling, cartography, GIS.

В марте 2016 года Правительство Российской Федерации утвердило требования к составу и содержанию территориальных схем обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами. Согласно этому документу, территориальная схема обращения с отходами должна содержать картографический материал, который может быть разработан в виде электронной модели.

Назначение территориальных схем обращения с отходами хорошо раскрыто в работе [5].

Использование геоинформационных систем для подготовки такого картографического материала позволяет создавать электронную карту содержащую, помимо визуализированных данных, дополнительную, скрытую информацию, используемую по мере необходимости. ГИС – система хранит информацию в виде тематических слоев, которые можно просматривать по отдельности или отображать сразу несколько. Еще одним преимуществом создания такой электронной карты является возможность ее автоматического масштабирования в зависимости от требований к печатной форме выходного картографического материала.

Кроме того, создание геоинформационной базы данных территориальной схемы обращения с отходами позволит включить эту информацию в единую региональную ГИС органов государственной власти, а на ее основе принимать обоснованные управленческие решения. Так, в работе [6] показаны особенности разработки такой системы на основе региональной ГИС.

Еще одним преимуществом использования ГИС является то, что результаты электронного картографирования могут быть использованы в качестве исходных данных для дальнейшего анализа и оценки территории [1-4]. Нами на основе собранных данных была проведена оценка экологическая нагрузки территории по количеству образования отходов в пределах муниципальных районов.

Согласно [7] экологической нагрузкой называется степень антропогенного воздействия на природные комплексы, вызывающего изменения компонентов экосистемы, которые могут привести к нарушению выполняемых ими природных функций.

Поэтому целью выполнения работы стало создание геоинформационной базы данных по источникам образования отходов, количеству отходов, направляемых на использование, обезвреживание, размещение для разработки территориальной схемы обращения с отходами Тверской области, а на ее основе ранжирование территории по степени экологической нагрузки.

Для этого на первом этапе необходимо создать электронную модель. В качестве программного продукта была выбрана программа фирмы Esri ArcGis 10.3.

Для топоосновы использовалась цифровая картографическая основа открытого пользования масштаба 1:100 000 на территорию Тверской области (представлена заказчиком).

Исходными данными послужили материалы статистических служб об имеющихся на предприятиях Тверской области видов отходов, их объемов, направлениях использования и утилизации.

На первом этапе работы была проведена оценка достаточности исходных данных для создания геоинформационной системы, подготовка и предоставление Заказчику дополнительного перечня исходных данных.

На втором этапе, на базе программного продукта ArcGis 10.3, создавалась ГИС-система по образованию, обращению с отходами на территории Тверской области, включающая:

- Источники образования отходов.

- Виды обращения с отходами по источникам образования отходов.
- Места централизованного накопления отходов.
- Объекты размещения отходов производства и полигонов ТКО.
- Специализированные объекты по обработке, утилизации, обезвреживанию отходов.

ГИС-система по образованию и обращению с отходами на территории Тверской области реализована на базе программного продукта ArcGis 10.3 и представляет собой набор векторных слоев в формате базы геоданных *.gdb с атрибутивной информацией. В качестве системы координат геоинформационной системы выбрана система координат Pulkovo 95 с разбивкой на 3-х градусные зоны и установлена зона 7 со следующими параметрами картографической проекции:

- Проекция: поперечная Меркатора;
- Эллипсоид: Красовского;
- Центральный меридиан: 21;
- Широта полюса истинных координат: 0;
- Параметр сжатия: 1;
- Сдвиг по X: 7500000;
- Сдвиг по Y: 0.

Кроме того, использование геоинформационных систем позволяет автоматически менять системы координат при необходимости. Таким образом, по требованию заказчика данные были продублированы в системе координат msk69.

Исходя из того, что в настоящее время ГИС предоставлены разными программами, то существует возможности конвертировать данные из одного формата в другой. Так, региональная ГИС Тверской области создана на основе программного продукта «Mapinfo», поэтому данные были преобразованы в обменные форматы – Mif/mid.

Физически созданная база данных представляет собой файлы проекта с расширением «.mxd» и папки, содержащей источники данных в разных форматах и системах координат. Файл проекта создан с использованием относительных путей и внутреннего домена данных (папки), ссылки вне которого отсутствуют, что позволяет при передаче системы открывать ее в любой удобной для пользователя директории и обеспечивает информационную целостность базы данных и результатов.

Состав слоев базы данных представлен на рисунке 1.

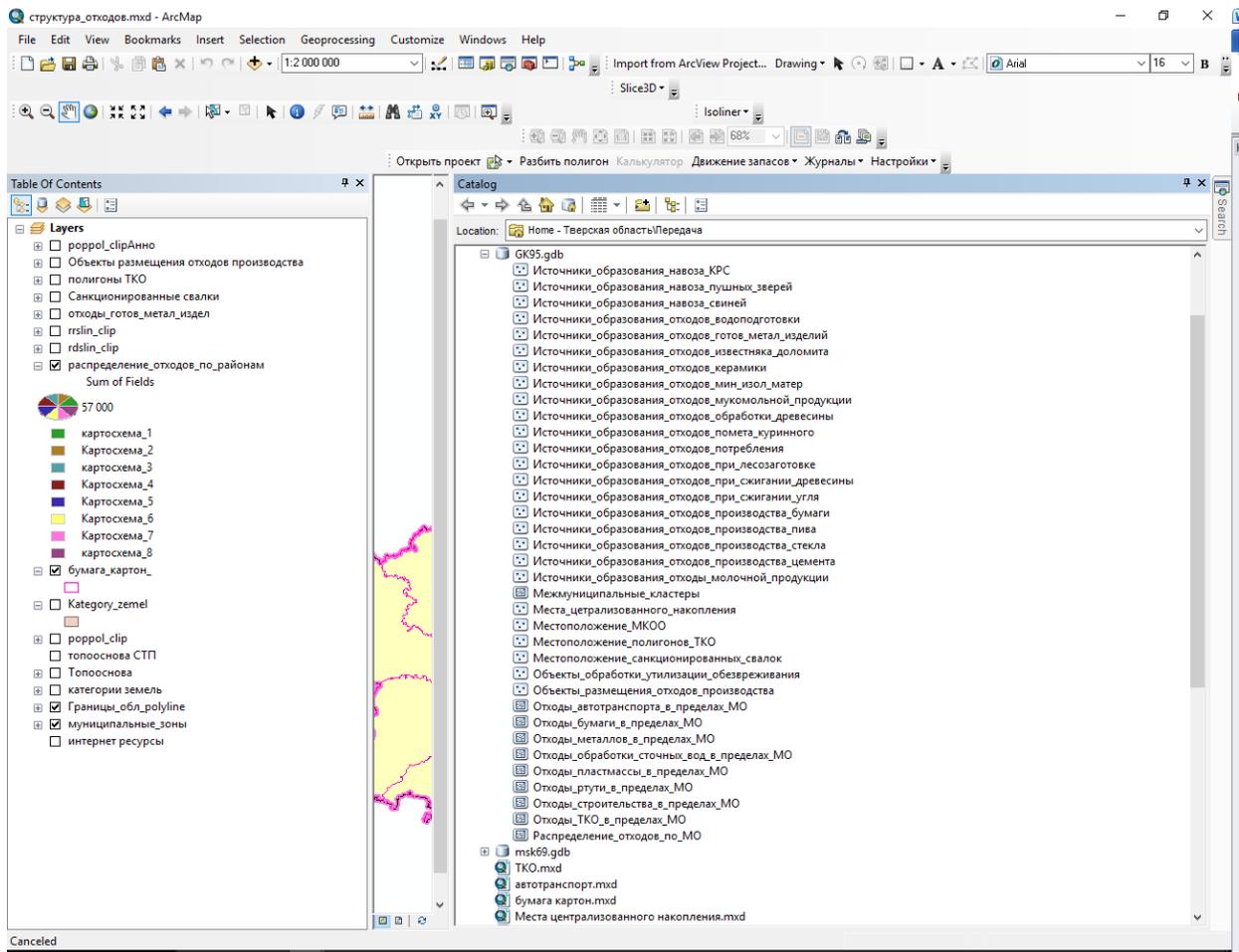


Рис. 1. Структура созданной базы данных

Пространственная привязка объектов (источников образования отходов) осуществлялась в ручном режиме путем адресного позиционирования на территории Тверской области, то есть у каждого объекта в данных статистических служб имеется почтовый адрес, при оцифровке оператор находил этот адрес на карте и ставил соответствующий карто- или графознак.

В качестве топографической основы для пространственной привязки источников по обращению и образованию отходов Тверской области использовалась электронная версия схемы территориального планирования Тверской области, представленная в формате программного продукта «Mapinfo» и бесплатно распространяемые электронные карты OpenStreetMap, имеющие в населенных пунктах детальность проработки до названия улиц и номера дома (рис.2).

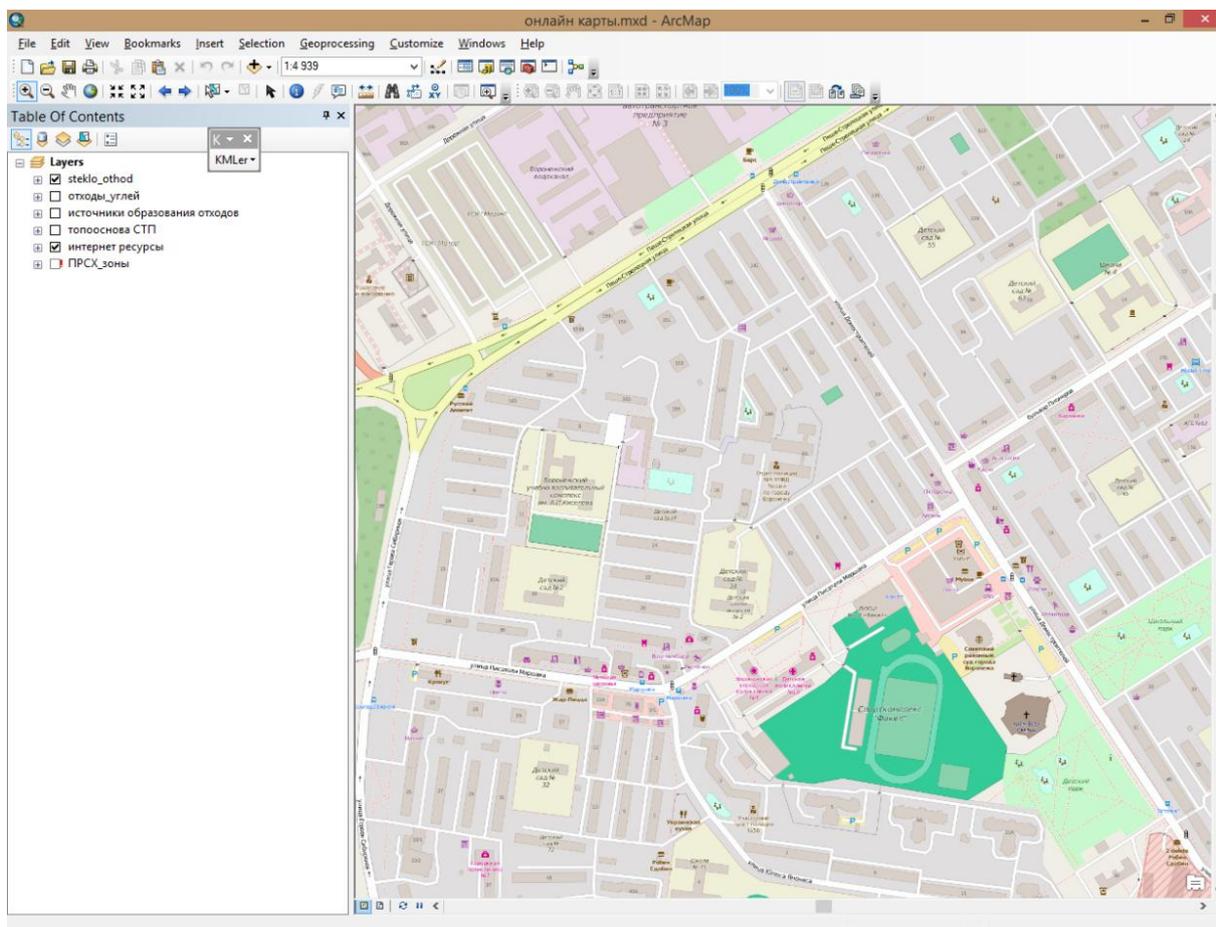


Рис. 2. Электронная подоснова карты OpenStreetMap с номерами домов

Пространственная привязка источников образования отходов соответствует юридическому или почтовому адресу предприятия, указанному в регистрационных документах юридического лица, и не всегда соответствует реальному местоположению источника образования и накопления отходов

Кроме пространственного положения объекта база данных содержит и дополнительную (атрибутивную) информацию (рис.3).

По каждому источнику образования отходов реляционная база данных (атрибутивная таблица) содержит следующую информацию: номер на карте, название организации, вид отхода, год, за который представлена информация, группа ОКВЭД, код вещества, класс опасности, фактический адрес, код ОКАТО, объем отходов образованных предприятием за отчетный период, объем отходов используемых предприятием, объем отходов обезвреживаемых предприятием, объем отходов переданных другим предприятиям, объем оставшихся отходов на конец отчетного периода.

Созданная база данных послужила основой для создания и разработки макетов тематических карт при разработке территориальной схемы обращения с отходами Тверской области.

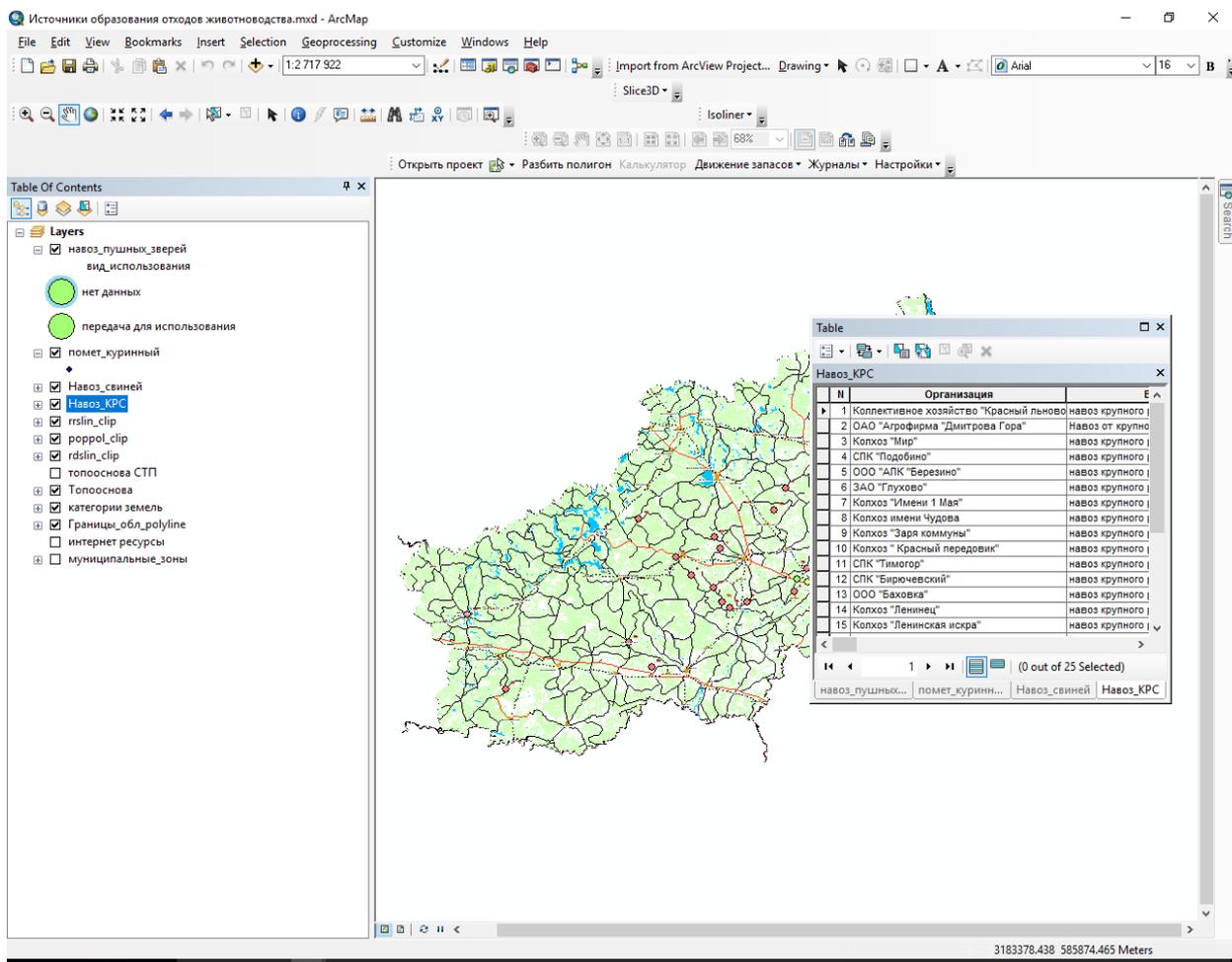


Рис. 3. Атрибутивная таблица в базе геоданных

Современные геоинформационные системы и, в частности, Arcgis – являются не только инструментом хранения и пространственного анализа координатно-привязанных данных, но и обладают достаточно мощными картографическо-издательскими возможностями. Они обладают богатым набором карто- и графознаков, огромным инструментарием для создания замочного оформления карт. Таким образом, создание и разработка макетов карт также осуществлялась в ArcGis. Единственное, в чем возникает особенность использования ArcGis при создании макетов карт – в 1 файле проекта возможно создание только одной карты.

Важнейшей задачей при создании карты является разработка системы условных знаков. В настоящее время для многих тематических карт системы условных знаков разработаны и утверждены на федеральном или региональном уровнях. Так, в области геологии разработаны даже электронные базы изобразительных средств карт геологического содержания, которые по уникальному коду автоматически подбирают необходимый условный знак, его цвет и размер. В момент подготовки картографического материала для территориальной схемы обращения с отходами утвержденных картознаков и графознаков не было, поэтому авторы разработали свои знаки, согласованные с заказчиком. Современные ГИС позволяют создавать графознаки любой

сложности. К примеру, отображение мест образования отходов животноводства, используя ассоциативный ряд, можно было отобразить в виде коровы или другого домашнего животного, но мы поступили проще, используя в качестве графознака простейшие геометрические фигуры (круг, квадрат, пятиугольник) с использованием цветовой окраски.

Тем не менее, на картах источников образования отходов, помимо тип отхода, необходимо было указать вид его использования, поэтому графознак пришлось усложнить. В итоге цвет кружочка показывает источник образования отхода, а дополнительный элемент в виде стрелочки показывает вид его использования: стрелочка вниз – передача для захоронения, стрелочка вверх и вправо – передача для использования (обезвреживания), стрелочка вверх, вправо и буква «х» – передача для хранения (обезвреживания).

В результате выполненной работы были подготовлены следующие макеты карт:

1. Источники образования отходов при лесозаготовке.
2. Варианты размещения МКОО Источники образования отходов растениеводства.
3. Источники образования отходов животноводства.
4. Источники образования отходов обработки известняка.
5. Источники образования отходов обработки металлов.
6. Источники образования отходов пищевых продуктов.
7. Источники образования отходов потребления.
8. Источники образования отходов при водоподготовке.
9. Источники образования отходов при сжигании твердого топлива.
10. Источники образования отходов производства минеральной продукции.
11. Места накопления отходов.
12. Объекты обработки, утилизации и обезвреживания.
13. Объекты размещения отходов производства и потребления.
14. Источники образования отходов производства бумаги и картона.
15. Отходы автотранспорта.
16. Отходы лома черных и цветных металлов.
17. Отходы образующихся ТКО.
18. Отходы пластмассы.
19. Отходы потребления бумаги и картона.
20. Отходы продукции, содержащей ртуть.
21. Отходы сточных вод.
22. Отходы строительства и ремонта.
23. Структура образования отходов.

Макеты карт подготовлены в формате *.pdf в масштабе 1:750 000 для печати на листах формата А1. Картосхемы сделаны в масштабе 1 : 2 000 000 для печати на листах формата А4. Уменьшенные копии нескольких макетов представлены на рисунке 4.

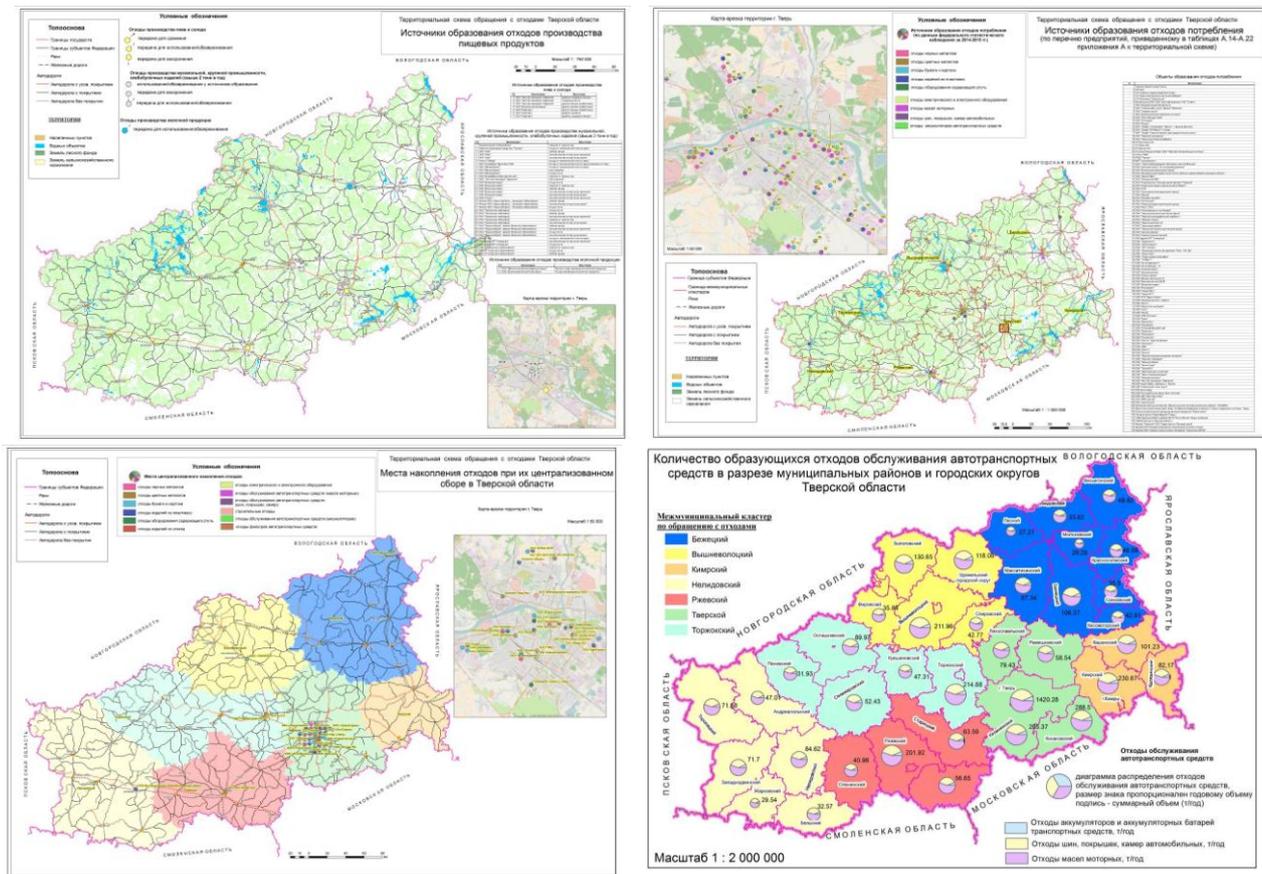


Рис. 4. Уменьшенные копии подготовленных макетов карт

Следующим этапом на основании созданной электронной модели стало оценка экологической нагрузки в разрезе муниципальных районов. Для этого, информация о количестве образующегося отхода, его тип, была обработана и представлена на карте в виде круговых диаграмм (рис 5). Цвет сектора круговой диаграммы характеризует вид образующегося отхода, размер сектора – его долю в общем количестве отходов, а размер круговой диаграммы суммарный объем образующегося отхода, который мы использовали как показатель оценки экологической нагрузки на эту территорию.

Очевидно, что данная оценка не дает полное представление об экологической нагрузке в пределах муниципального образования, а оценивает лишь один фактор. Тем не менее, эту информацию можно в дальнейшем использовать и включать в комплексную оценку.

В результате выполненной работы была создана электронная модель территориальной схемы обращения с отходами, подготовлен необходимый картографический материал и на основе собранной информации оценена степень экологической нагрузки по количеству образования отходов в пределах муниципальных районов. Максимальную нагрузку по этому показателю испытывает территория г.Твери.

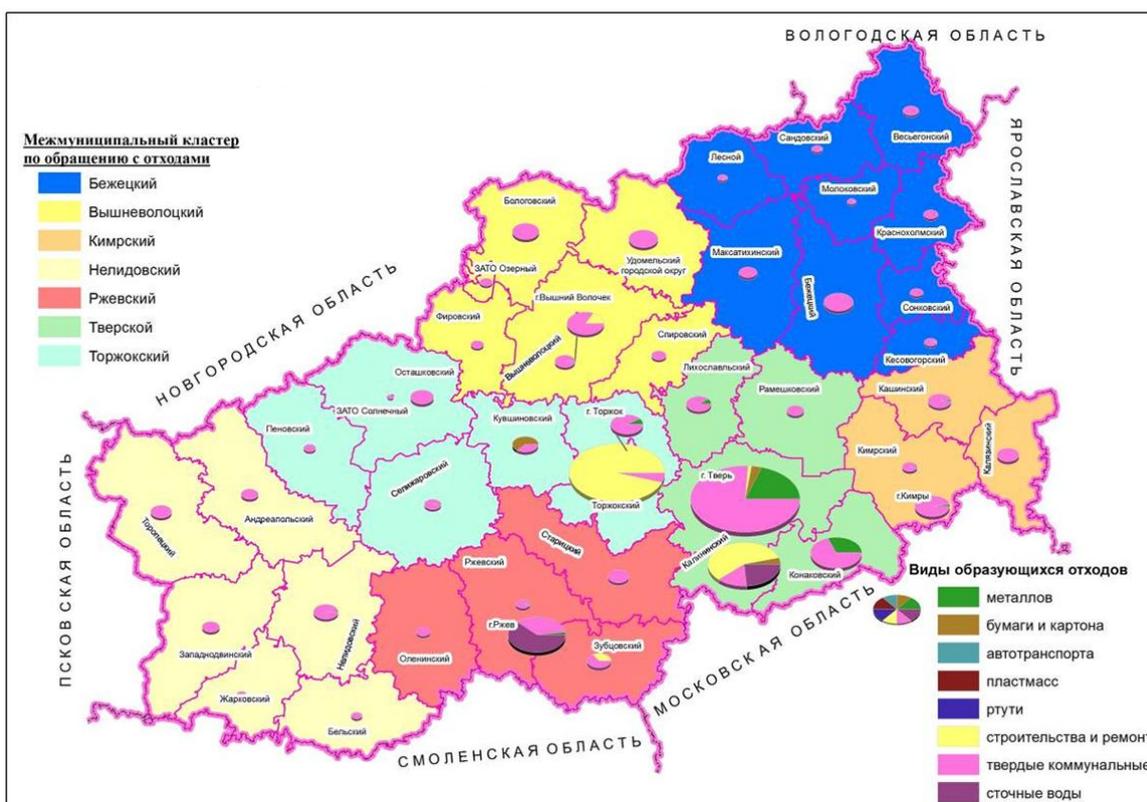


Рис. 5. Схема экологической нагрузки по количеству образующихся отходов в разрезе муниципальных и городских округов

Библиографический список

1. Геоинформационное обеспечение экономической оценки природно-ресурсного потенциала территорий Пермского края / Красильников П.А., Коноплев А.В., Хронусов В.В., Барский М.Г. // Экономика региона. 2009. № 1 (17). С. 143-151.
2. Коноплев А.В., Красильников П.А. Районирование территории Пермского края по величине природно-ресурсного потенциала на основе ГИС-технологий // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2009. № 3 (17). С. 150-156.
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., 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. Ощепкова А.З., Столбов В.А. Территориальные схемы обращения с отходами в системе стратегического и территориального планирования субъектов российской федерации // География и регион. Мат. Междунар. научн. практ. конф. 2015. С. 64-70.
6. Попов Ю.П., Белый А.В. Особенности разработки территориальной схемы обращения с отходами на основе региональной ГИС // Сб. мат. XIV всерос. науч. конф. Вузовская наука. ВГУ. 2016. С. 117-119.
7. СП 151.13330.2012: Инженерные изыскания для размещения, проектирования и строительства АЭС. Часть I. Инженерные изыскания для разработки предпроектной документации (выбор пункта и выбор площадки размещения АЭС).

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЛАНЦЕВОЙ ИНДУСТРИИ

В данной статье приведен ряд проблем, которые возникают при наращивании объёма добычи сланцевой нефти в мире с применением инновационных технологий, также рассмотрен ряд решений этих проблем.

Ключевые слова: сланцевая революция, сланцевый газ, выбросы газа из скважин, гидравлический разрыв пласта, поверхностные воды, грунтовые воды, загрязнение, сейсмические риски.

R. Makarenko
Israel Klar ltd, The State of Israel

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE SHALE GAS INDUSTRY

This article lists a number of problems that arise when increasing the volume of oil shale production in the world using innovative technologies, and we will also consider a number of solutions for these problems.

Key words: shale revolution, shale gas, gas emissions from wells, hydraulic fracturing of the reservoir, surface water, groundwater, segregation, seismic risks.

Введение

Масштабное промышленное производство сланцевого газа было начато компанией Devon Energy в США в начале 2000-х годов, которая на месторождении Барнетт в Техасе в 2002 году впервые применила комбинацию наклонно-направленного бурения с протяженными горизонтальными участками и многостадийного гидроразрыва пласта [1].

Гидроразрыв пласта (ГРП, англ. Hydraulic fracturing, fracking) – один из методов интенсификации работы нефтяных и газовых скважин и увеличения приёмистости нагнетательных скважин. Метод заключается в создании высокопроводимой трещины в целевом пласте для обеспечения притока добываемого флюида (газ, вода, конденсат, нефть либо их смесь) к забою скважины (рис 1).

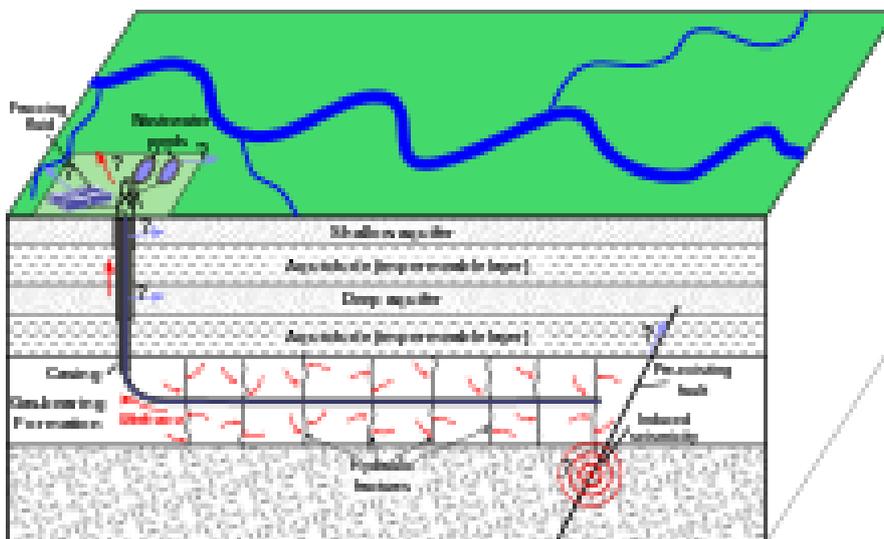


Рис. 1. Схематичное изображение многостадийного гидроразрыва пласта в горизонтальной скважине

После проведения ГРП дебит скважины, как правило, резко возрастает. Метод позволяет «оживить» простаивающие скважины, на которых добыча нефти или газа традиционными способами уже невозможна или малорентабельна. Кроме того, в настоящее время метод применяется для разработки новых нефтяных пластов, извлечение нефти из которых традиционными способами нерентабельно ввиду низких получаемых дебитов. Также применяется для добычи сланцевого газа и газа уплотненных песчаников.

Обычно на проведении ГРП и других методов интенсификации нефтедобычи специализируются сервисные нефтяные компании.

В конце 2000-х годов – начале 2010-х годов активно разрабатываются следующие месторождения сланцевого газа и лёгкой нефти низко проницаемых коллекторов в США: Marcellus, Haynesville, Eagle Ford, Bakken, Woodford, Fayetteville, Barnett, Antrim.

Добыча сланцевого газа в США выросла с 37 млрд м³ в 2007 году до 334 млрд м³ в 2014 году. Для сравнения, весь российский экспорт природного газа в 2014 году составил порядка 230 млрд м³ (рис 2).

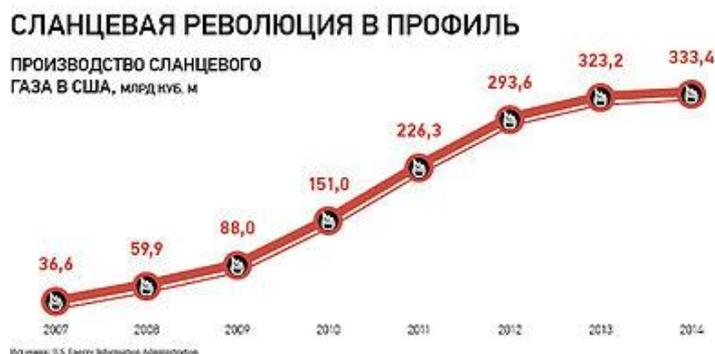


Рис. 2. Производство сланцевого газа в США (2007-2014)

Добыча легкой нефти из низко проницаемых коллекторов (*Light Tight Oil*), при которой применяются те же технологии, что и для сланцевого газа, выросла с небольших значений в 2007 до 2,3 млн баррелей в сутки в 2013 году, а в начале 2014 превысило 3,5 миллиона баррелей в день, составив примерно 4,3% от мировой добычи всех типов нефти. Для сравнения, суточная добыча крупнейших мировых экспортеров нефти, России и Саудовской Аравии, составляет приблизительно по 10 млн баррелей.

В 2009 году США обогнали Россию по объемам добычи природного газа. В течение некоторого времени в 2012 году газ в США стоил существенно дешевле, чем в России, которая обладает крупнейшими в мире разведанными запасами газа. В 2012 г. общая добыча газа (традиционного и сланцевого) в США составила 681 млрд м³, в России — 656 млрд м³ (рис 3).

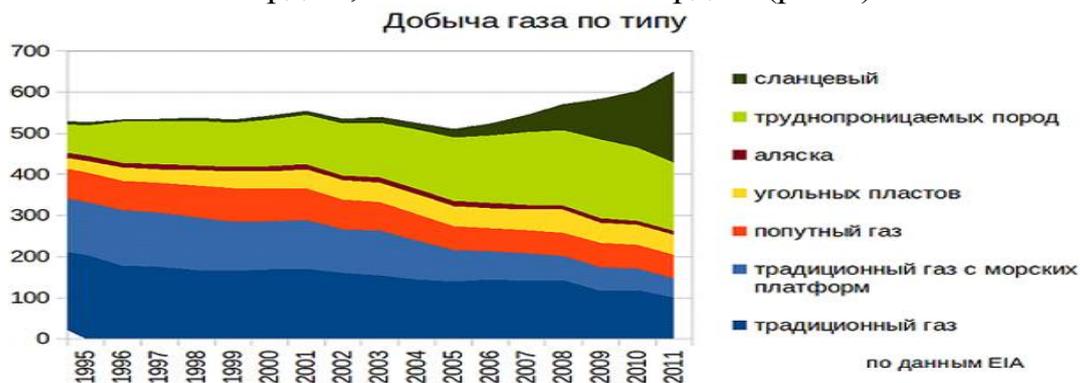


Рис. 3. Добыча газа по типу

Сланцевый природный газ (англ. *shale gas*) – природный газ, добываемый из горючих сланцев и состоящий преимущественно из метана. Ныне сланцевым газом в России в прессе называют преимущественно добываемый природный газ, полученный нетрадиционными методами добычи из осадочных пород (рис 4).

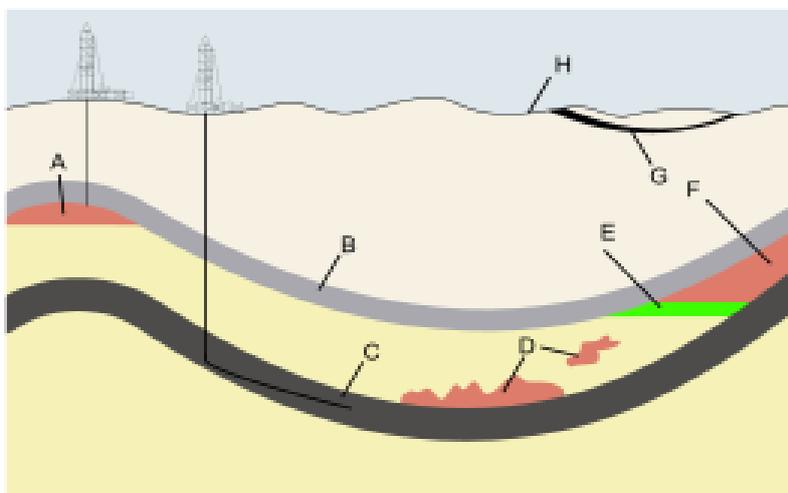


Рис. 4. Типы природного газа: обычный (A), сланцевый (C), из жёсткого песка (D), попутный (F), угольный метан (G)

Для добычи сланцевого газа используют наклонно-горизонтальное бурение (*directional drilling*) (рис 5), многостадийный гидроразрыв пласта (*hydraulic fracturing* (с применением пропантов) и сейсмическое моделирование. Аналогичная технология добычи применяется и для получения угольного метана.

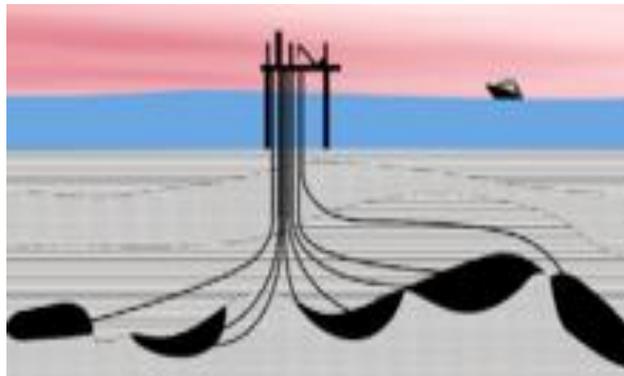


Рис. 5. Наклонно-горизонтальное бурение

Вместо гидроразрыва пласта (фрекинга) в качестве эксперимента может использоваться более дорогой безводный пропановый фрекинг (закачивание сжиженного пропана в виде геля).

Сланцевый газ содержится в небольших концентрациях (0,2-3,2 млрд м³/км²), поэтому для добычи значительных количеств такого газа требуется бурение скважин на больших площадях.

Преимущества:

- при наклоне конечного участка, совпадающим с наклоном пласта, большая часть скважины проходит по продуктовому пласту;
- возможно бурение в залежи, вертикальный доступ к которым затруднен или невозможен (залежи под городами, озёрами, бурение оффшорных залежей с берега);
- возможность кустового бурения, когда устья скважин группируются на небольшой площадке и они могут буриться одной буровой при незначительном её передвижении. К примеру, морская буровая платформа может подготовить порядка 40 скважин с одной площадки;
- наклонное бурение позволяет создавать глушащие скважины (*relief well*) при предотвращении аварий, например, для остановки фонтанирующей скважины. Глушащую скважину начинают бурить с безопасного расстояния, затем направляют её точно в аварийную для закачки глушильного раствора [3].

Экологические проблемы.

Наряду со всеми преимуществами есть также ряд экологических проблем, к которым относится загрязнение поверхностных, грунтовых вод и почв, а также сейсмические риски и выбросы газа.

В связи с применением большого количества химических реагентов, твердых и жидких отходов на буровых площадках.

Жидкость, применяемая при гидравлическом разрыве пласта (ГРП) на 96-98% состоит из воды с пропаном, и лишь малый процент это химические

реагенты. Конечно, количество реагентов меняется в зависимости от случая и их соотношение является индивидуальным. Поэтому при больших концентрациях они могут быть весьма опасны. Горизонтальное бурение и ГРП может и добывают газ в итоге, но это чередуется весьма негативными последствиями на экологическую обстановку с грунтовыми водами, так как ГРП разрушает ниже лежащий пласт это способствует образованию трещин по которым сланцевый газ и жидкости с химическими реагентами могут мигрировать в вышележащие водоносные горизонты и тем самым загрязнить их на многие десятки лет [2].

Проблема отходов при ГРП, заключается в том, что отходы в настоящее время просто сжигают. Смог возникающий при этом является парниковым газом и канцерогеном. Все это очень сильно влияет на здоровье людей, отмечается повышенное количество онкологически больных в пределах районов буровых работ. Некоторые компании используют соляно-кислотный раствор загущенный разными полимерами.

Важной проблемой является землетрясения с малой амплитудой при ГРП. в 2008 году в городе Клебурн штат Техас произошло землетрясение магнитудой 3.3 по шкале Рихтера. Дальнейшие исследования проведенные местными сейсмологами не показали что есть взаимосвязь. Хотя скважинные сейсмометры засекают множество микроземлетрясений магнитудой до 1.5 по шкале Рихтера. Данная проблема не изучена полностью на данный момент.

Заключение

Для уменьшения экологических проблем при добычи сланцевого газа необходимо вести мониторинг, жесткий контроль и проводить мероприятия направленные на минимизацию загрязнения. Одним из главных вопросов является воздействие ГРП на сейсмическую активность и оползневые процессы.

Библиографический список

1. Адамович Г.А., Дербичев Г.Б. *Возможна ли сланцевая революция в России // Экология и жизнь. №1. 2013. С. 52-57.*

2. Сорокин С.Н., Горячев А.А. *Основные проблемы и перспективы добычи сланцевого газа // Сб. ст. по итогам научно-образовательной конференции «Экономика энергетики как направление исследований: передовые рубежи и повседневная реальность». М., 2012. С. 123–132.*

3. Vidic R.D., Brantley S.L. *Impact of Shale Gas Development on Regional Water Quality 2013.*

С.Ю. Мандиева

Бирский филиал Башкирского государственного университета,
г. Бирск, Республика Башкортостан

НЕКОТОРЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ГОРОДА

Поскольку рост городов – неминуемое явление современности, человечество должно искать пути ослабления пресса городской цивилизации на окружающую среду и его здоровье. Экологические проблемы города всегда чрезвычайно актуальны. В настоящей работе рассмотрены некоторые пути решения экологических проблем.

Ключевые слова: экология, экологические проблемы, окружающая среда, городская среда.

S.Y. Mandieva

Birsky branch of the Bashkir State University
Birsk, Republic of Bashkortostan

SOME SOLUTIONS TO THE ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE CITY

Since the growth of cities is an inevitable phenomenon of modernity, humanity should look for ways to weaken the press of urban civilization on the environment and its health. Since the environmental problems of the city have always been relevant, in this paper we will consider some ways to solve one of these problems.

Keywords: ecology, ecological problems, urban environment.

Научно-техническая революция и использование всех природных ресурсов, привело к тому, что экологическая ситуация городов ухудшается. В настоящее время отмечаются следующие тенденции экологических проблем для жителей городов: загрязнение окружающей среды – рост заболеваний – падение производительности человеческой деятельности – ухудшение условий жизни – уменьшение продолжительности жизни. Если сложить в единое все проблемы современных городов, то их список будет бесконечен. Каждый город, представляющий собой территорию с определенными природными условиями и конкретным типом хозяйственного освоения, заслуживает особого рассмотрения с экологической точки зрения.

Наиболее критическими экологическими проблемами городов являются проблемы загрязнения городской среды, которые непосредственно влияют на здоровье населения. Важнейшими экопроблемами городов являются загрязнение воздуха и воды, проблема бытовых отходов. Другими важными экопроблемами являются изменения геологической среды (грунтовых условий, подземных и поверхностных вод, ландшафта, экологические процессы) города в связи с городским строительством.

В результате урбанизации происходит значительное давление на литосферу. Это приводит к изменению рельефа, образованию различных геологических процессов, таких как карстовых и техногенных провалов, подтоплению в результате изменения режима подземных вод, обрушению и эрозии берегов рек, т.е. возникают геологические угрозы городу [7].

Кроме этого происходит опустынивание территорий, которые становятся непригодными для жизни растений, животных и людей. Происходит интенсивное уничтожение флоры и фауны, понижается их разнообразие, возникает своеобразная «городская» природа. Уменьшается количество природных и рекреационных зон, зеленых насаждений. Реки и озера загрязняются промышленными и бытовыми сточными водами. Все это приводит к сокращению акваторий, вымиранию речных растений и животных. Загрязняются все водные ресурсы планеты: подземные воды, внутриконтинентальные гидросистемы, мировой океан в целом. Одним из последствий является дефицит и качество питьевой воды.

Человеческий организм содержит в себе почти все химические элементы периодической системы, многие из элементов, в том числе ряд редких, необходимы для нормальной жизнедеятельности. Р.Ф. Абрахмановым [1] доказано, что некоторые заболевания людей связаны с особенностями химического состава почв и вод.

По данным Батыршиной Я.Н. и Исхаковой А.Т. [2], которыми проанализирован ряд водоисточников питьевой воды (установлено превышение нитратов в некоторых из них) и уровень распространенности заболеваний среди жителей г. Бирска. У населения г. Бирск преобладают болезни системы кровообращения, болезни органов дыхания и болезни органов пищеварения.

Устранением или снижением экологических проблем должны заниматься на государственном и региональном уровнях. Однако сами люди должны участвовать в процессе рационального природопользования. К примеру, складировать мусор в отдельные контейнеры, экономить воду, использовать многоразовую посуду, озеленять городскую среду и др.

Для кардинального улучшения экологической обстановки, как на Земле в целом, так и в отдельно взятых странах и городах, необходимо осуществлять меры комплексного природопользования [5, 8, 10]:

- *правовые*. Включают в себя разработка законов об охране окружающей среды. Важное значение имеют и международные соглашения;

- *экономические*. Ликвидация последствий техногенного воздействия на природу требует серьезных финансовых вливаний;

- *технологические*. Применение новых технологий в экономике, особенно – в добывающей, металлургической и транспортной отраслях промышленности, позволит свести до минимума загрязнение окружающей среды. Основной задачей является создание экологически чистых источников энергии;

- *организационные*. Заключаются в равномерном распределении транспорта по потокам для недопущения его длительного скопления в отдельных местах;

- *архитектурные*. Целесообразно озеленять большие и малые населенные пункты, делить их территорию на зоны с помощью насаждений. Немаловажное значение имеет высадка насаждений вокруг предприятий и вдоль дорог[9].

- *геоэкологические и инженерно-геологические*. Заключаются в обосновании безопасной геологической городской среды для размещения строительных объектов и населения. Для решения вопросов рационального использования и охраны геологической среды, необходимо осуществление комплекса стратегических мер экологического, хозяйственного и строительного планов [4-7];

- *геоинформационные*. В каждом городе должна быть создана геоинформационная система экологических проблем по всем компонентам окружающей среды и разработана концепция экологической и геологической безопасности города [3, 5].

Таким образом, необходим комплексный подход к данной проблематике, включающий перспективные действия во всех областях быта человека и общества. Решение проблем экологии – первоочередная задача не только правительственных органов, но и населения, которое должно пересмотреть собственные взгляды на сохранение и защиту окружающего мира.

Библиографический список

1. Абдрахманов Р.Ф, Чалов Ю.Н. Пресные подземные воды Башкортостана. Уфа: Информреклама, 2007.184 с.

2. Батыршина Я.Н., Исхакова А.Т. Качество питьевой воды г.Бирск и её влияние на состояние здоровья населения // Наука вчера, сегодня, завтра: сб. ст. по матер. XX междунар. науч.-практ. конф. № 1(18). Новосибирск: СибАК, 2015.

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

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 / Ур. гос. гор. ун-т. Пермь, 2014. 48с.

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. 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. Константинов В.М., Челидзе Ю.Б. Экологические основы природопользования. 2014. 256 с.

9. Федорова М.З., Кумченко В.С., Воронина Г.А. Экология человека // Культура здоровья. 2012. 168 с.

10. Фридман В.С. Глобальный экологический кризис. 2017. 287 с.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНТРУЗИИ МОРСКИХ ВОД
НА ВОДОНОСНЫЕ ГОРИЗОНТЫ НА ПРИМЕРЕ ОСТРОВА КЕРТИС
(АВСТРАЛИЯ)**

В статье рассматриваются возможные причины и факторы процесса интрузии морских вод. Проведен предварительный этап изучения интрузии морских вод в северо-восточной части в Австралии на о. Кертис, где расположен национальный парк.

Ключевые слова: интрузия, морские воды, водоносный горизонт, минерализация.

A.M. Moreva

Perm State University

**ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF MARINE WATER INTRUSION
ON WATER HORIZONS**

The article discusses the possible causes and factors of the process of sea water intrusion. A preliminary stage of study of the intrusion of sea waters in the North-Eastern part of Australia on the island of Curtis, where the national Park is located.

Key words: intrusion, sea water, aquifer, mineralization.

Изучение проблемы проникновения (интрузии) морских вод в водоносные горизонты актуально практически для всех стран, имеющих морские границы (территории). В России проблема интрузий рассматривается на восточных границах, на западе на черноморском побережье Крыма и на каспийском побережье Астраханской области [1, 2].

Данная проблема особенно актуальна для территории о. Кертис (Австралия), для его северной (северо-восточной) части, где расположен национальный парк Curtis Island National Park. И одна из основных причин это то, что подток морских вод в ВГ происходит в настоящее время, влияя на растительный и животный мир национального парка. Есть необходимость изучить причины и создать модель этого процесса на данной территории.

Остров Кертис представляет собой низменный остров, примыкающий вплотную к восточному побережью континентальной части Австралии, примерно в 4 км севернее города Гладстон, штат Квинсленд. Длина острова составляет приблизительно 40 км, ширина, в самом широком месте, 20 км. Площадь острова около 300 км².

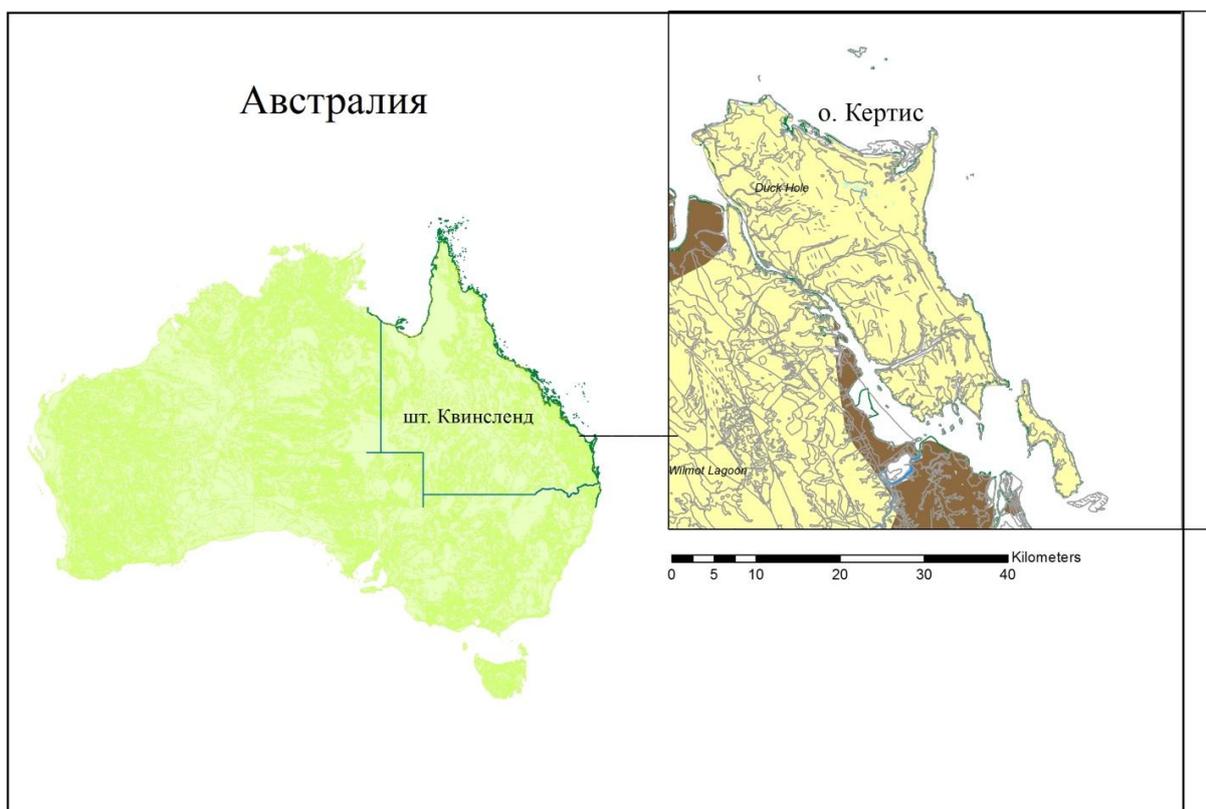


Рис. 1. Карта-схема изучаемой территории

В настоящее время на острове расположен национальный парк (англ. Curtis Island National Park) [3] ().

Штат Квинсленд, к которому относится о. Кертис, расположен на северо-западе Австралии. На севере омывается водами залива Карпентария и Коралловым морем Тихого океана, на востоке – Тихим океаном.

Из-за большого размера штата Квинсленд Австралии климат в разных частях его территории крайне разнообразен. Умеренно тёплый климат характерен для прибрежной полосы. Он находится под влиянием тёплых вод океана, что обуславливает отсутствие экстремальных температур и постоянную влажность для осадков.

Внедрение морских соленых вод в пресные водоносные горизонты является одним из факторов загрязнения не только воды, но и экосистемы в целом. И в связи с этим особую актуальность приобретает развитие и совершенствование методов анализа и прогнозирования данных процессов.

Curtis Island map

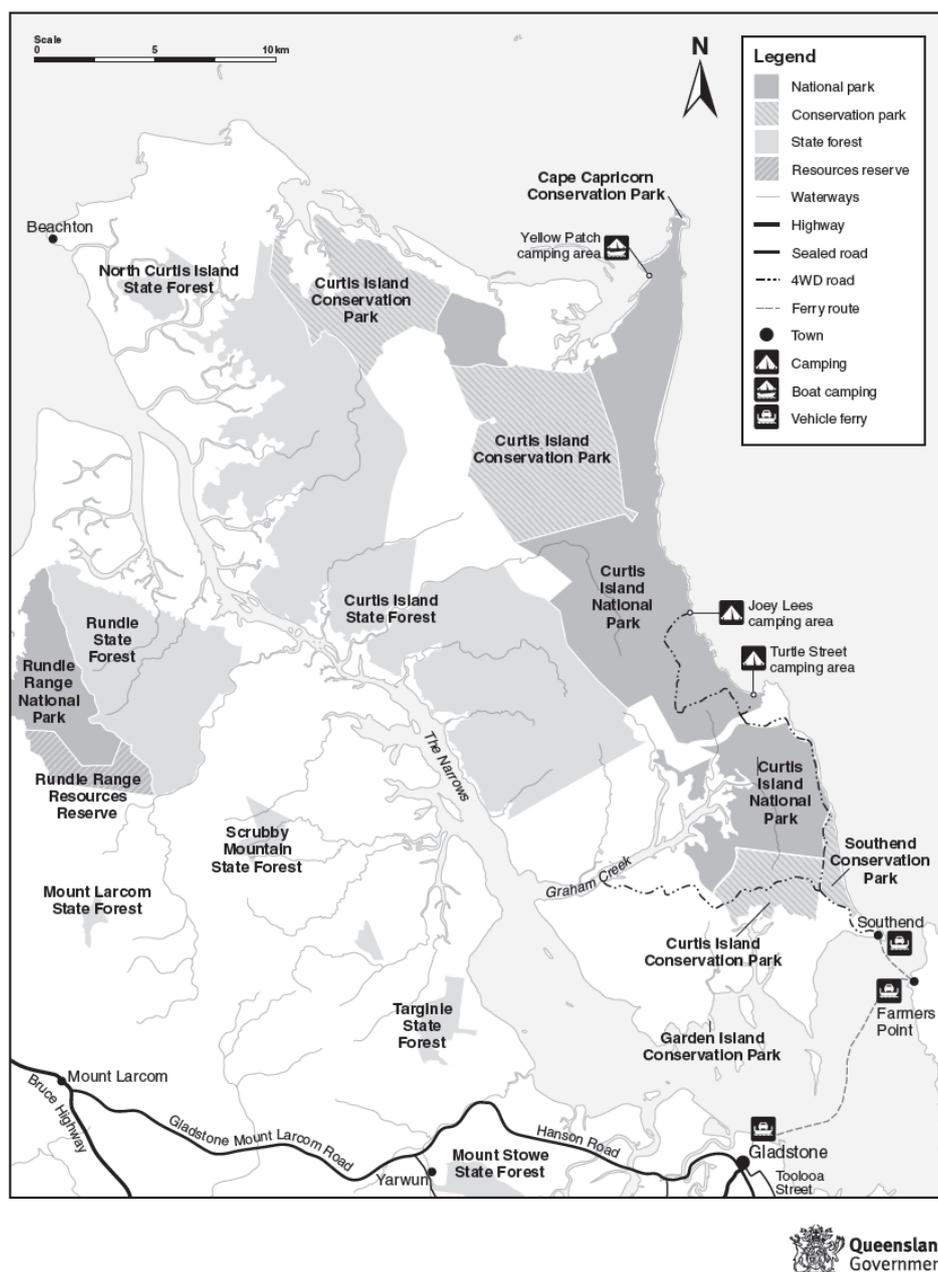


Рис. 2. Карта о. Кертис

На подготовительном этапе изучения собраны и анализируются данные территории. Изучается геология острова и материалы о проводимых на нем ранее исследованиях. Для более достоверного построения модели необходимо получить точные данные глубины залегания коренных отложений. Построены карта рельефа острова и разрезы субширотные и субмеридиональные (рис. 3).

Проанализировав полученные разрезы можно сделать предварительные выводы, о том, что в центральной части о. Кертис отметки рельефа находятся ниже уровня моря, что может являться одной из причин подтока морских вод в водоносные горизонты.

Для более точного прогноза и установления причин интрузии морских вод необходимо построить гидродинамическую модель.

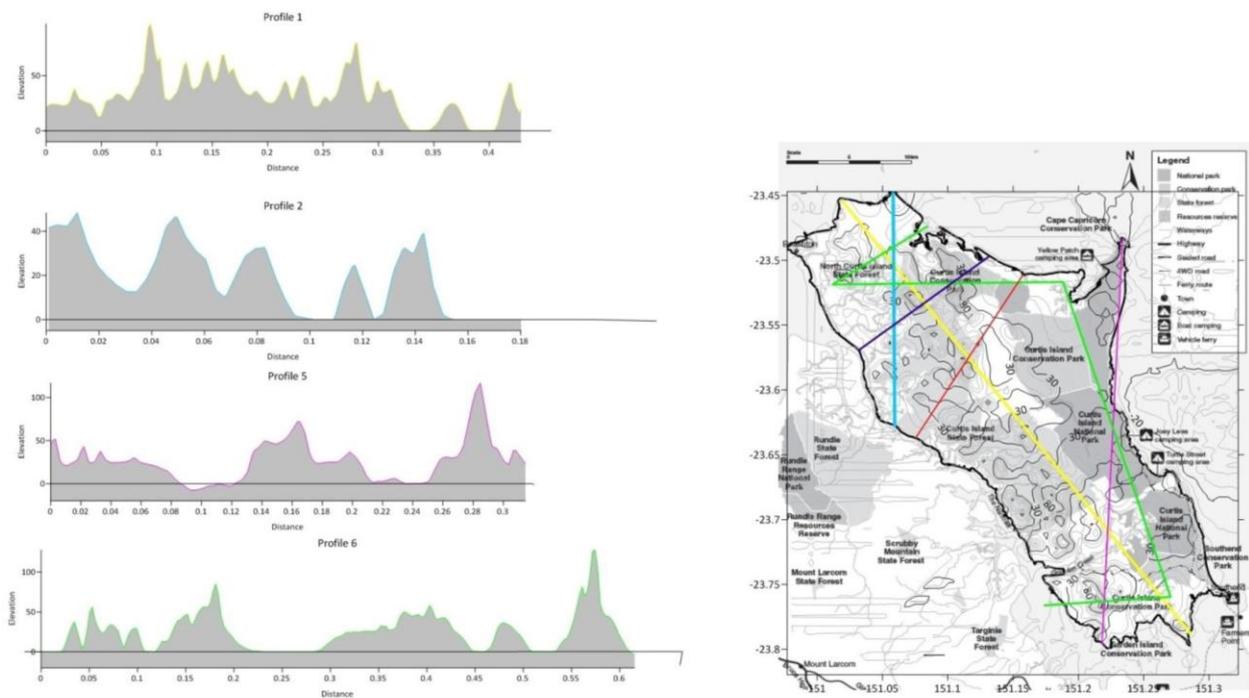


Рис. 3 Карта рельефа и разрезы

Библиографический список

1. Гольдберг В.М. Интрузия морских вод в горизонты пресных подземных вод // *Гидрологические исследования за рубежом*. М.: Недра, 1982. С 74-88.
2. Khublaryan M.G., Frolov A.P., Yushmanov I.O. Seawater intrusion into coastal aquifers // *Water Resources*. 2008. Т. 35. № 3. С. 274-286.
3. Curtis Island National Park and Conservation Park / <https://parks.des.qld.gov.au/parks/curtis-island>.

В.А. Наумов¹, А. Фиоруччи², В.В. Голдырев¹, В.Н. Брюхов¹, В.В. Фетисов¹
¹ Естественнаучный институт ПГНИУ, г. Пермь, Россия
² Туринский Политехнический университет, Турин, Италия

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ТЕХНОГЕННО- МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ

Рассматриваются процессы формирования техногенно-минеральных образований (ТМО) – техногенез и последующего преобразования состава и строения ТМО – техногеогенез. Техногеогенез изучен авторами на примере золотоносных техногенных россыпей. Процессы преобразования ТМО приводят к высвобождению, переносу и аккумуляции золотоносных фаз внутри техногенных отвалов. Управление процессами техногеогенеза ведет к созданию природоподобных технологий добычи. Выделены направления по управлению формированием концентраций золота в ТМО. Проведены эксперименты по аккумуляции золота на геохимических барьерах.

Ключевые слова: техногенез, техногеогенез, золото, аккумуляция, природоподобные технологии.

V.A. Naumov¹, A. Fioruchchi², V.V. Goldyrev¹, V.N. Bryukhov¹, V.V. Fetisov¹
¹ Institute of Natural Sciences, Perm State University, Perm, Russia
² Turin Polytechnic University, Turin, Italy

THEORETICAL AND APPLIED ASPECTS OF MANAGING GEOLOGICAL PROCESSES IN TECHNOLOGICAL AND MINERAL FORMATIONS

The article presents the forming processes of technogenic and mineral formations (TMFs) – technogenesis and subsequent transformation of the composition and structure of TMF – technogenesis. The authors studied technogenesis on the example of gold-bearing technogenic placers. The processes of TMF conversion lead to the release, transfer, and accumulation of gold-bearing phases inside man-made dumps. Management of the processes of technogenesis leads to the creation of nature-like production technologies. Directions on the management of the formation of gold concentrations in TMFs were allocated. Experiments on the accumulation of gold on geochemical barriers were carried out.

Keywords: technogenesis, gold, accumulation, nature-like technologies.

Техногено-минеральные образования (ТМО) являются результатом геологической и горнотехнической деятельности человечества. ТМО направлена на изучение условий формирования, преобразования и осознанного управления составом вещества ТМО и выработанного пространства. В этих условиях ее основной задачей следует считать возможность перевода «неполезных» ископаемых в полезные [1-13].

ТМО традиционно рассматривают как техногенные отвалы, техногенные и технологические отходы, техногенное минеральное сырье и техногенный

минеральный ресурс. Техногенно-минеральные образования являются потенциальным источником для увеличения минерально-сырьевой базы регионов и мира в целом. На данный момент времени многими предприятиями–недропользователями ведется использование техногенных объектов в связи с истощением природных месторождений полезных ископаемых.

Современный подход геологов к комплексному освоению вещества месторождений и снижению экологических нагрузок реализуется идеей повторной разработки ТМО. Решение данной задачи возможно с учетом современных представлений о ТМО как продуктах геологической деятельности человека. При таком подходе к ТМО мы не имеем право отождествлять их с отходами производства. Их следует рассматривать как промежуточный продукт, технологический резерв месторождения, пригодный для последующего использования.

Среди геологических процессов связанных с ТМО различают: 1) процессы формирования ТМО, или собственно техногенез; 2) геологические процессы преобразования состава и строения, протекающие в ТМО – техногеогенез. Учитывая, что процессы техногенеза и техногеогенеза являются управляемыми (зависят от деятельности человека), можно выделить и 3) процессы техногенного рудогенеза – осознанного формирования заданных характеристик строения и направлений изменения состава ТМО [6, 8]. Техногенный рудогенез имеет прикладное значение и базируется на знаниях процессов техногенеза и техногеогенеза.

Техногенез или формирование ТМО происходит в результате процессов механической дифференциации и интеграции. Законы распределения вещества и полезных компонентов в отвалах не зависят от состава природного материала (рыхлые отложения россыпей или продукт дробления коренных руд). При этом формируются техногенные фации трех типов: намывная, отвальная (насыпная) и отвально-намывная [5]. Под техногенной фацией мы понимаем – продукт аккумуляции ТМО, сформированный при технической деятельности человека в процессе разработки месторождений.

Строение и состав осадков в техногенных фациях имеет закономерный характер распределения вещества в соответствии с системой их формирования. Распределение полезных компонентов (на примере золота), не извлеченных по разным причинам в процессе обогащения, изучены на техногенных объектах с широкой географией (Урал, Сибирь, Якутия, Дальний Восток, Канада (Yukon Territory, Klondike)).

Следует отметить, что потери полезных компонентов (свободного золота) и формирование их концентраций в ТМО идет дискретно. Различают потери, обусловленные геологическими (высокая глинистость, песчанность материала и др.) и технологическими причинами. Последние могут образовываться в период обогащения материала с наиболее высокими концентрациями золота при нарушении технологических схем обогащения или неправильной работы обогатительного оборудования.

Техногеогенез выражается в процессах новообразования минералов, преобразовании вещества и полезных компонентов под действием внутренних

и внешних факторов геологической среды. Как геологический экзогенный процесс – техногенез отличает наличие в ТМО разрушения пород и минеральных фаз; транспортировка материала и перенос химических элементов в растворенной форме; аккумуляция и образование новых минеральных и петрографических разностей.

Проявление техногенеза в отвалах обусловлено механической, физико-химической и биохимической дифференциацией и интеграцией вещества, включая полезные компоненты. Велика здесь роль поверхностных, отвальных, рудных, подрудных, техногенных вод, развитых в пределах ТМО. При насыщении их полезными компонентами в процессе техногенеза они могут рассматриваться как гидроминеральное сырье, имеющее практическую значимость. Такие воды формируются в ТМО образованные при отработке сульфидных месторождений, содержащих медь, железо, мышьяк, ртуть, золото, серебро и др.

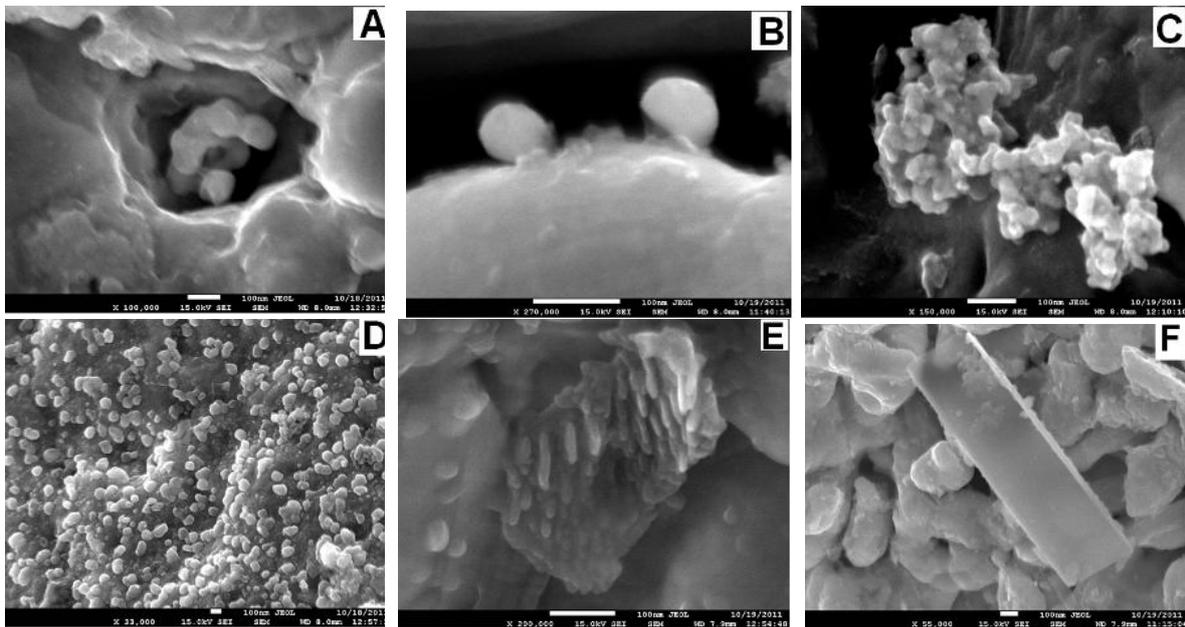
Примеры проявлений техногенеза: 1) самоизливы кислых шахтных вод и формирование техногенных залежей железных руд угольных шахт; 2) восстановление *золота* до металлического на карбонатном барьере в бетонном бункере (Урал, Исовский прииск); 3) разложение отвалов колчеданно-барит-полиметаллического золоторудного месторождения (Салаир, Ново-Урское), где первичные сульфиды железа и меди преобразовались до самородной серы, азурита и малахита; 4) разложение *пирита* угольных месторождений.

Техногенез золота в техногенных образованиях (растворение, перенос, аккумуляция) приводит к мобилизации и осаждению, укрупнению частиц золота (агломерация, новообразование, слипание частиц золота в общий агрегат) при взаимодействии разных частиц золота (Au – Au).

В результате проведенных рентгеноструктурных, электронно-микроскопических и рентгеноспектральных микронзондовых исследований в составе исовских геотехногенных конглобрекций выявлена широкая ассоциация самороднометалльных, интерметаллидных, халькогенных и оксидных минералов, многие из которых являются результатом вторичного аутигенного минералообразования, непрерывно осуществлявшегося в течение десятков лет в ходе экзогенно-гипергенной перегруппировки отвального вещества. Обнаруженные такого рода минералы представлены отдельными зернами, микрокорками нарастания и обрастания, вторичной каймой на зернах и их агрегатах (рис. 1).

Понятие «техногенный рудогенез» представляет геологический процесс создания природой или человеком новых рудных объектов из техногенных осадков, в результате процессов техногенеза и последующего техногенеза [7]. Техногенный рудогенез изучен авторами на примере техногенных россыпей Юкона, где происходит формирование железистых конгломератов с новообразованным самородным золотом.

Золотоносные техногенные россыпи – частный случай более общего понятия «техногенно-минеральные образования (ТМО)»



А – наночастицы золота, заполняющего ямки травления; В – одиночные частицы коллоидного золота, адсорбированные на стенке микротрещины; С – агрегат, построенный наночастицами золота; D – отдельные частицы золота и агрегаты на поверхности зерна; E – сталактитоподобные агрегаты золота; F – нанопленка золота на поверхности зерна. Масштабная линейка – 100 мкм

Рис. 1. «Новое» золото из отвалов Исовской россыпи [9]

К 2016 г. в мире добыто около 180 тыс. тонн золота [Thomson Reuters GFMS]. При этом сформировано до 600 млрд. тонн ТМО, в которых сохраняется по разным оценкам от 10 до 40 % не извлеченного золота со средним содержанием 0,2–0,5 г/т. Для примера, среднее содержание золота в золото-порфировых месторождениях-гигантах, таких как Pebble Copper (Alaska), Bingham (Utah), Oyu Tolgoi (Mongolia) составляет 0,35–0,5 г/т.

Золото в ТМО встречается в разных агрегатных состояниях и разных формах нахождения. Наиболее хорошо изучена твердая фаза: свободное, связанное в минералах, в сростках, «пленочное» и сорбированное на минералах. Менее изучено золото в растворах: отвальных, рудничных и подрудных водах, рассолах, нефтях.

Техногеогенез золота в техногенных образованиях (растворение (разрушение), перенос, аккумуляция) приводит к перераспределению металла и в ряде случаев приводит к образованию зон концентрации. Управление процессами техногеогенеза преследует следующие основные задачи:

- аккумуляция полезных компонентов с целью последующего их извлечения (природоподобные технологии добычи);
- создание природоподобных систем защиты окружающей среды.

Выделены следующие направления по управлению формированием концентраций золота в ТМО:

- 1) Механическая дифференциация, создание механических барьеров – концентрация металла в локальной зоне отвалов путем формирования механических барьеров-ловушек;

2) Биохимическая дифференциация, образование пленок на поверхности золота и других металлов;

3) Физико-химическая дифференциация, создание геохимических барьеров в зонах разгрузки золотосодержащих техногенных вод (гидроминеральное сырье).

На данный момент времени авторами изучается прикладной аспект физико-химической дифференциации золота в рамках выполнения работ в составе международной исследовательской группы с итальянскими коллегами.

Разработаны теоретические основы механизмов растворения и переотложения золота. Растворение золота происходит цианидами Na или K, кислыми растворами тиомочевины и хлорной воды, гуминовыми и фульвокислотами, водными растворами FeCl_2 , $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$, CuCl , CuSO_4 , NaCl , HCl , H_2SO_4 . Перенос золота происходит рудными, отвальными и подотвальными водами. Осаждение золота происходит на геохимических барьерах

Проведены эксперименты по аккумуляции золота на следующих геохимических барьерах:

1) Карбонатный – для кислых вод. Зафиксировано восстановление растворенного золота до самородного на карбонатном барьере в бетонном отстойнике (Урал, Исовский прииск).

2) Углистый [13]. Получены результаты экспериментов позволяющие подтвердить направленность процесса сорбции золота, механизмы его накопления и распределения частиц нанозолота на угольной поверхности.

3) Электрохимическом на металлической сетке. Зафиксировано осаждение золота из техногенных вод на медной проволоке за счет природного электролиза (Урал, Исовский прииск).

На территории Северной Италии и Урала выбраны эталонные техногенные объекты на которых изучается состав и зональность техногенных и рудничных вод. Одним из объектов является законсервированное скарновое железорудное месторождение с наличием зон арсенопиритовой минерализации, расположенное в Южных Альпах. Другой объект – отвалы полиметаллического объекта Восточного Урала. На объектах отобраны пробы отвальных, подотвальных и рудничных вод для определения величины золотой минерализации. На объектах планируются эксперименты по формированию искусственных углистых барьеров в виде капсульных модулей.

Процессы техногенеза в золотосодержащих техногенно-минеральных образованиях ведут к образованию «обогачительных фабрик в недрах», где внутри техногенных объектов протекают природные процессы перераспределения вещества. В результате этих процессов происходит высвобождение, растворение, миграция, регенерация и восстановление (рост) золотосодержащих фаз, в том числе и в форме гравитационно извлекаемого золота.

Пути управления процессами техногенеза авторы видят следующие [10]:

1) Усиление процессов техногенеза (обеспечение циркуляции техногенных вод; активизация разложения сульфидов и т.д.);

2) Формирование механических и химических барьеров внутри техногенных образований для аккумуляции полезных компонентов.

3) Проектирование строительства площадок для размещения техногенных образований с учетом систем управления.

В целом, изучение процессов формирования техногенно-минеральных образований имеет важное теоретическое и практическое значение. Правильный подход к использованию ТМО позволяет разработать целый ряд природоподобных технологий, которые будут более эффективные и экологичные, чем экстенсивный путь освоения новых месторождений.

Библиографический список

1. Ковлеков И.И. *Техногенное золото Якутии*. М: Горная книга, 2002. 303 с.
2. Копылов И.С., Наумов В.А., Наумова О.Б., Харитонов Т.В. *Золото-алмазная колыбель России*. Пермь, 2015. 131 с.
3. Макаров В.А. *Геолого-технологические основы ревизии техногенного минерального сырья на золото*. Красноярск: ООО «Поликом», 2001. 132 с.
4. Мирзеханова З.Г., Мирзеханов Г.С., Дебелая И.Д. *Техногенные образования россыпных месторождений золота: ресурсно-экологические аспекты отработки* // Хабаровск, ДВО РАН, 2014. 297 с.
5. Наумов В.А. *Особенности формирования и распределения благородных металлов в техногенных россыпях и отвалах Урала* // Горный журнал. Известия высших учебных заведений. 1994. № 8. С. 39–50.
6. Наумов В.А. *Концепция управления формированием месторождений на примере техногенных россыпей золота* // Естественные и технические науки. 2010. № 2. С. 262–265.
7. Наумов В.А. *Минерация, техногенез и перспективы комплексного освоения золотоносного аллювия*. Автореферат дис. ... доктора геолого-минералогических наук / Пермский государственный университет. Пермь, 2010. 42 с.
8. Наумов В.А., Наумова О.Б. *О направленном формировании россыпных месторождений золота (постановка проблемы)* // Важнейшие промышленные типы россыпей и месторождений кор выветривания, технология оценки и освоения: матер. XI Межд. совещ. Москва-Дубна, 1997. С. 150.
9. Наумов В.А., Наумова О.Б. *Геология техногенно-минеральных образований* // Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность: сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. / гл. ред. И.С. Копылов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2018. С.45-52.
10. Наумов В.А., Фиоруччи А., Голдырев В.В., Брюхов В.Н., Фетисов В.В. *Научные основы управления геологическими процессами в техногенно-минеральных образованиях* // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 9-1 (75). С. 89-92.
11. Перепелицын В.А., Рывин В.М., Коротеев В.А. *Техногенное минеральное сырье Урала* // Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. 332 с.
12. Naumov V., LeBarge W., Kovin O. *A new insight into origin of the Yukon placer gold* // The 45th International October Conference on Mining and Metallurgy. BorLakeBor (Serbia), 2013. 4 p.
13. Наумов В.А., Осовецкий Б.М. *О механизме сорбции наночастиц золота углистым материалом* // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. Пермь, 2013. С. 43–48.

М.В. Рогозин¹, В.В. Михалев², А.Я. Рыбальченко², Д.В. Михалев²
¹Пермский государственный национальный исследовательский университет,
²Компания ООО «АНДИ», г. Пермь, Россия

ВЛИЯНИЕ НЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЛОКАЛИЗАЦИЮ МАЛЫХ ГЕОАКТИВНЫХ ЗОН И ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИХ СТРУКТУР В ЗАПОВЕДНИКЕ «ВИШЕРСКИЙ»

Исследования проведены в Пермском крае на территории 300 км². Проведено геоструктурное дешифрирование космических снимков с выделением геодинамических активных зон. Для определения мест влияния на растительность использовали биолокацию с нахождением малых геоактивных зон двух типов с диаметрами 1.0 м и 8.0 м, благоприятных для биоты. Проложено пять треков из 7-9 зон последнего типа на расстояние 95-124 м. Выбор ключевых точек позволил обнаружить сопряжение треков с плотностью и простиранием прямолинейных и дугообразных линеаментов дизъюнктивной тектоники. Направление трека совпадало с их направлением, либо трек занимал промежуточное положение между двумя соседними линеаментами, либо примыкал к ним под углом 80-90°. Такое сопряжение найдено в 80% случаев.

Ключевые слова: неотектоника, геодинамические активные зоны, фитоценоз, структура.

M.V.Rogozin¹, V.V. Mikhalev², A.Ya. Rybalchenko², D.V. Mikhalev²
¹Perm State University,
²ANDI LLC, Perm, Russia

INFLUENCE OF NEOTECTONIC FACTORS ON THE LOCALIZATION OF SMALL GEOACTIVE ZONES AND PHYTOCENOTIC STRUCTURES OF THE VISHERSKY RESERVE

The studies were carried out in the Perm Krai on a territory of 300 km². Geostructural interpretation of satellite images with the release of geodynamic active zones was carried out. To determine the places of influence on vegetation, biolocation was used with finding small geoactive zones with diameters of 1.0 m and 8.0 m, favorable for biota. Five tracks were laid out of 7-9 zones of the latter type over a distance of 95-124 m. The choice of key points made it possible to detect the conjugation of tracks with the density and strike of rectilinear and arc-like lineaments of disjunctive tectonics. The direction of the track coincided with their direction, or the track was intermediate between two adjacent lineaments, or adjoined to them at an angle of 80-90 °. This pairing is found in 80% of cases.

Key words: neotectonics, geodynamic active zones, phytocenosis, tree stand, structure.

При изучении лесных экосистем в последние годы появились исследования так называемых «малых» геоактивных зон (далее МГА-зоны) с положительным влиянием на биоту. Занимаемая ими площадь оказалась неожиданно большой – практически 50% территории. При их изучении был использован метод биолокации. При изучении связи МГА-зон с неотектоникой

выяснилось, что они мигрируют в летний период на расстояние в несколько десятков сантиметров и амплитуда их миграции зависит от геодинамической активности обширных территорий земной поверхности. Там, где она повышена, миграция малых геоактивных зон также увеличивается в 2–3 раза [12, 13].

В связи с наличием такой связи возникла идея проверить, нельзя ли по амплитуде миграции МГА-зон установить точное расположение осевых зон трещинно-разрывных структур. Для проверки этой идеи необходимо было подобрать территории с высокой и низкой плотностью линеаментов (км/км²). После выстраивания сети из МГА-зон, например, трека 100–300 м можно будет определить его сопряжение с ближним линеаментом. Если последний трассируется параллельно, то его дополнительно пересекают поперечным треком из зон и, повторяя их биолокацию через 1–3 месяца, можно будет установить их миграцию, а далее выяснить ее амплитуду на разном расстоянии от линеамента. Там, где миграция МГА-зон будет наибольшей, вероятно, как раз и будут проходить осевые зоны трещинно-разрывных структур. В таком аспекте вопрос индикации неотектонических проявлений находится на стыке наук, рассматривается впервые и обладает всеми признаками новизны.

Биологический аспект геодинамической активности в научной литературе освещен крайне слабо. Имеется лишь несколько значимых работ этого направления, где широко применялся биолокационный метод при определении мест нахождения малых геоактивных зон. Практика биолокации насчитывает сотни лет, и перед учеными давно стоит вопрос о верификации данных «биоприбора-человека», где индикатором неизвестных излучений выступает не рамка и не маятник, а все тело человека [4, 5, 8–13].

Следует заметить, что слабое гамма-излучение сети и зон Хартмана (один из наиболее известных типов малых геоактивных зон с патогенным влиянием на биоту и человека) удалось сфотографировать. Способ запатентован в 2009 году [1], но серьезным его недостатком является время экспозиции наложенной на полосы Хартмана фотопленки, достигающее 15 дней. Зафиксированная на фото ширина полос составила 3 мм, однако биолокация их ширину определяет в 15–35 см, т. е. их повреждающее действие превышает размеры источника их излучения в 50–100 раз. Чувствительность человека к этому излучению очень высока; но ее надо «разбудить», а далее работать с ней, используя тело человека как био-прибор и индикатор слабых излучений с его поверкой и юстировкой, например, на деревьях [10].

Оказалось, что места малых геоактивных зон с благоприятным действием на биоту вполне объективно могут быть опознаны по их влиянию на самые крупные деревья в древостоях. Деревья отражают и патогенное их действие (действие зон Хартмана и Курри). На узлах (зонах) этих патогенных сетей деревья разветвляют и искривляют стволы, отстают в росте. Поэтому по внешнему облику деревьев метод биолокации можно постоянно верифицировать [10]. В настоящей работе мы изучали два типа благоприятных зон; они имели лоцируемые оператором биолокации диаметры 1.0 и 8.0 м.

Объекты работ располагались в заповеднике «Вишерский» – на склоне г. Мунин-Тумп, хребте Лопьинский Камень, в долине р. Вишера и её притоков:

р. Лопья и ручья Муравей. В 2016–2018 гг. были проведены космогеологические исследования и геоструктурометрический анализ космических снимков разной степени разрешения. В результате были выявлены системы разрывных нарушений (прямолинейных и дугообразных линеаментов) и глубинных разломных рифтогенных спирально-кольцевых структур центриклинального падения. Картирование осуществлялось по методике, предложенной Киевским отделом ИГиРГИ и в последующем доработанной российскими специалистами [2, 6, 7, 9, 12-14].

При изучении МГА-зон, благоприятных для биоты, в 2016 г. на г. Муниин-Тумп и хребте Лопьинский Камень было обнаружено, что хорошим индикатором таких мест служат крупные деревья кедра, часто растущие на совершенно неприступных скалах. При этом они располагались не где-то в расщелинах, а часто прямо на плоских вершинах камней-останцев, на площадках размером всего лишь в несколько квадратных метров (рис. 1).



Рис. 1. Сосна кедровая сибирская диаметром 52 см на плоской вершине скалы на восточном склоне хребта Лопьинский Камень. Дерево и камень-останец находятся на трех МГА-зонах с диаметрами 1.0, 3.0 и 16.0 м.

Феномен хорошего роста деревьев в таких местах нельзя объяснить, например, более богатой почвой – на плоских вершинах камней-останцев ее почти нет. Есть лишь начало ее образования из лесной подстилки. Между тем рядом с такими крупными деревьями биолокация обычно показывает наличие сразу нескольких МГА-зон с размерами от 1 до 32 м, причем как на скалах, так и в обычных местах на равнине и в долинах рек.

Подобные мощные деревья на скалах есть во многих местах – на р. Яйва и ее притоке р. Абы, р. Березовой, р. Чусовой и по берегам Камского водохранилища. В обычных естественных лесах, а также в лесных культурах крупные деревья обычны и встречается повсеместно; лучшие из них в целях селекции относят к так называемым «плюсовым» деревьям. Материал по ним копился нами с 2007 г., и когда объем наблюдений за ними и МГА-зонами насчитывал уже сотни случаев, их систематизировали и написали книгу «Лесные экосистемы и геобиологические сети» [8].

Между тем индикатором МГА-зон, благоприятных для биоты, могут быть не только деревья, но и некоторые многолетние растения, что впервые было обнаружено нами в заповеднике «Вишерский» в 2016 году.

Здесь на северном склоне г. Мунин-Тумп в подгольцовом поясе на высотах 600–750 м нам удалось обнаружить кольцевые образования из папоротника, а также чемерицы (рис. 2).



Рис. 2. Кольцевая биогруппа диаметром 65 см из чемерицы на северном склоне г. Мунин-Тумп на малой геоактивной зоне 1.0 м.

Однако в 2018 г. в долинах рек таких фитоструктур из многолетних растений мы не нашли; скорее всего, они встречаются преимущественно в подгольцовом поясе, где условия более жесткие, почвы маломощные и нет конкуренции со стороны других растений. В ботанике подобные образования называются «круговины». Считается, что это особенности морфологии некоторых злаков, и причины их образования не указываются [3].

Заложенные нами треки представляли собой лишь небольшие фрагменты сетей, состоящие из МГА-зон двух типов. Первый тип – зоны с диаметрами 8.0 м, и это был собственно сам трек, где их лоцировали и наносили на абрис с определением азимута и промером расстояний между ними. Далее вблизи трека лоцировали и наносили на абрис второй тип – зоны диаметром 1.0 м. (сеть из

этих зон представляет собой цепи, состоящие из зон, соединенных попарно). Затем наносили на план близко расположенные деревья и другую ситуацию.

В качестве примера покажем расположение трека 5, где такая работа была проведена, а далее более крупно и сам трек 5 (рис. 3, рис. 4).

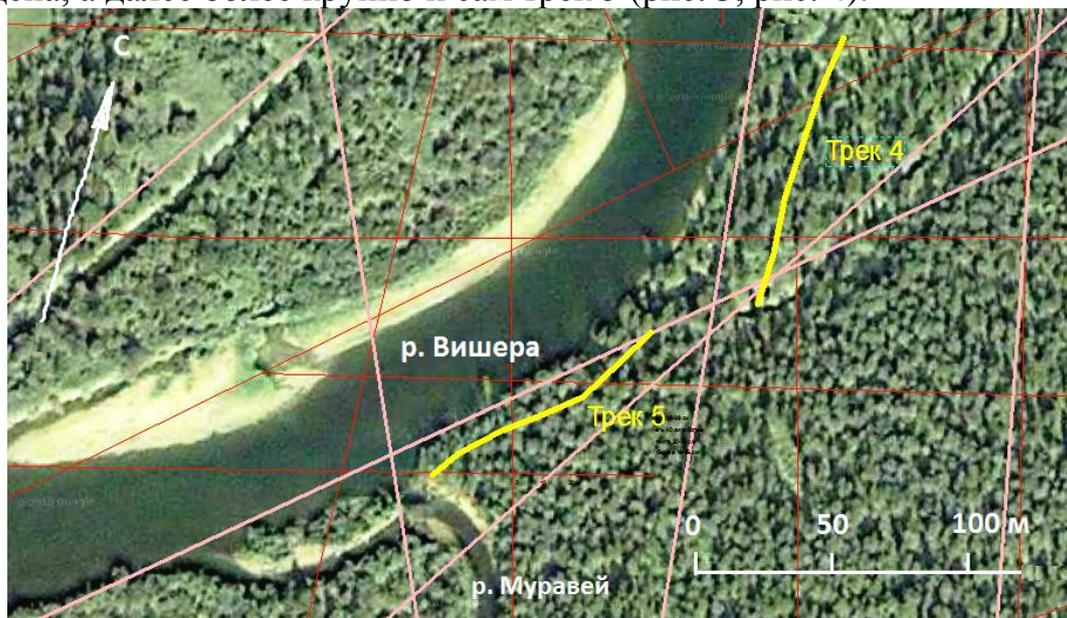


Рис. 3. Фрагмент территории на левом берегу р. Вишера севернее р. Муравей с треками 4 и 5: красные линии – локальные линеаменты длиной до 25 км: светло-розовые – зональные линеаменты протяженностью 25–100 км.

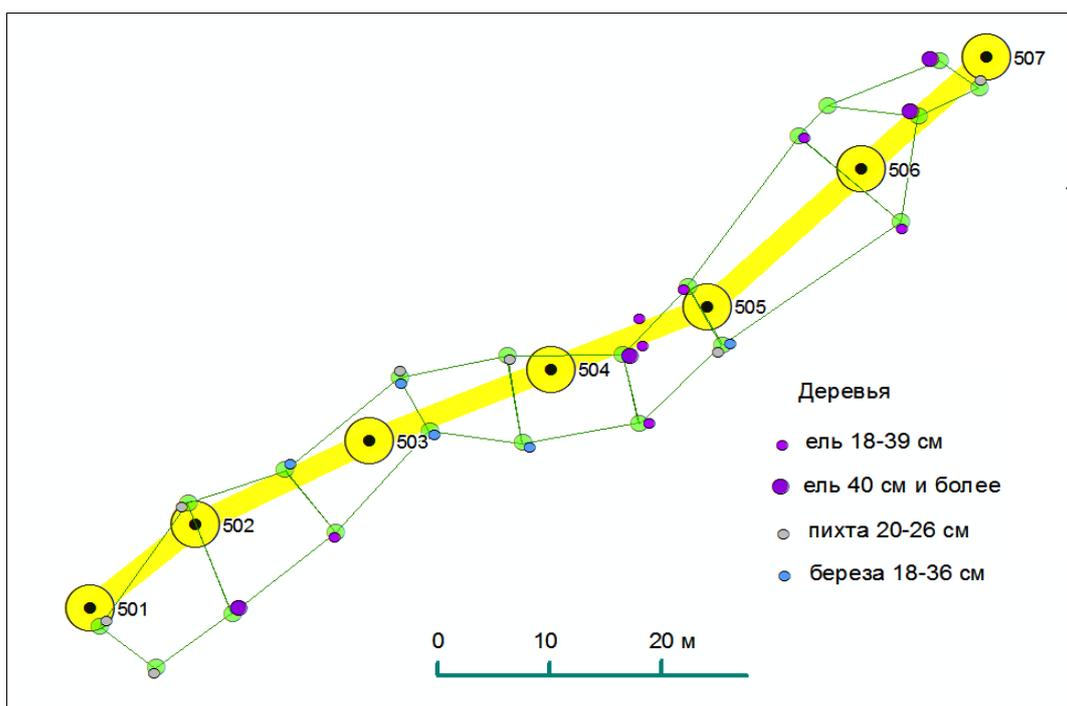


Рис. 4. Трек 5 в районе ручья Муравей с малыми геоактивными зонами диаметром 8.0 и 1.0 м и деревьями ели, пихты и березы на них

На рис. 4 хорошо видно, как цепочка из зон 1.0 м как бы «обвивает» трек из зон диаметром 8.0 м. Направления отдельных связей между этими зонами отклоняются не более чем на 30–40° друг от друга, причем только в единичных

случаях, при сохранении общего направления трека и цепи в целом. Поэтому можно полагать, что ориентация этих сетей взаимосвязана достаточно сильно.

Анализ парной цепочки из зон диаметром 1.0 м на треке 5 показал, что из 23-х деревьев 21 дерево или 91% от их общего числа находились непосредственно на них, т. е. МГА-зоны диаметром 1.0 м являются фактором, формирующим структуру насаждения (рис. 4).

Ранее, в подзоне южной тайги Пермского края в уже упоминавшейся книге [9], а для подзоны средней тайги в новой статье [11] было показано, что деревья самых разных пород заселяют такие благоприятные зоны чаще и растут на них достоверно лучше. Это явление сразу подтвердилось на треке 5, и оно не было для нас новым; но в контексте данного исследования важно вновь указать на фактор МГА-зон и иллюстрировать их благоприятное действие на деревья в лесах заповедника «Вишерский».

Однако наибольший интерес представляют линеаменты зонального уровня в их сравнении с направлением треков из МГА-зон (рис. 5).

Треки планировалось заложить перпендикулярно таким линеаментам, и для трека 1 и 3 это удалось. В других случаях их направление пришлось изменить на 90° и взять за основу уже поперечные связи между МГА-зонами диаметром 8.0 м относительно ориентации ячеек сети, состоящей из таких зон. Это было вызвано чисто техническими трудностями прокладки треков по захлавленной и заболоченной территории и, зная ячеистую структуру сети в целом [10, 12], мы вынужденно изменили их направление.

Однако именно это изменение как раз и позволило обнаружить квазипараллельность таких треков по отношению к зональным линеаментам на ручье Муравей (рис. 3, треки 4 и 5).

На ручье Рыжий трек 2 оказался почти параллелен двум линеаментам меридионального направления; однако там проходит еще один линеамент северо-восточной ориентации, и по отношению к нему трек 2 оказался уже не сопряженным. Пока неясно, почему это так, так как длина трека небольшая.

Трек 3 имел форму серпа и оказался сопряжен с излучиной ручья Стоячий, которая обусловлена проявлением действия кольцевой морфоструктуры с поперечником около 170 м (т.е. здесь линеамент будет уже в форме дуги, совпадающей с изгибом ручья). В то же время, как и трек 1, трек 3 отходит под углом, близким к 90° по отношению к упомянутому линеаменту северо-восточной ориентации (рис. 5).

Следует отметить, что ручей Стоячий получил свое название из-за того, что вода в нем действительно стоит в межень на протяжении примерно 150 м от устья. При этом его берега хорошо выражены – левый берег низкий, а правый имеет высоту 2.0 м при ширине русла 4-5 м. Отсутствие течения в этом ручье весьма необычно, но вполне находит свое объяснение в том, что вблизи пересекаются сразу три зональных линеамента (рис. 5).

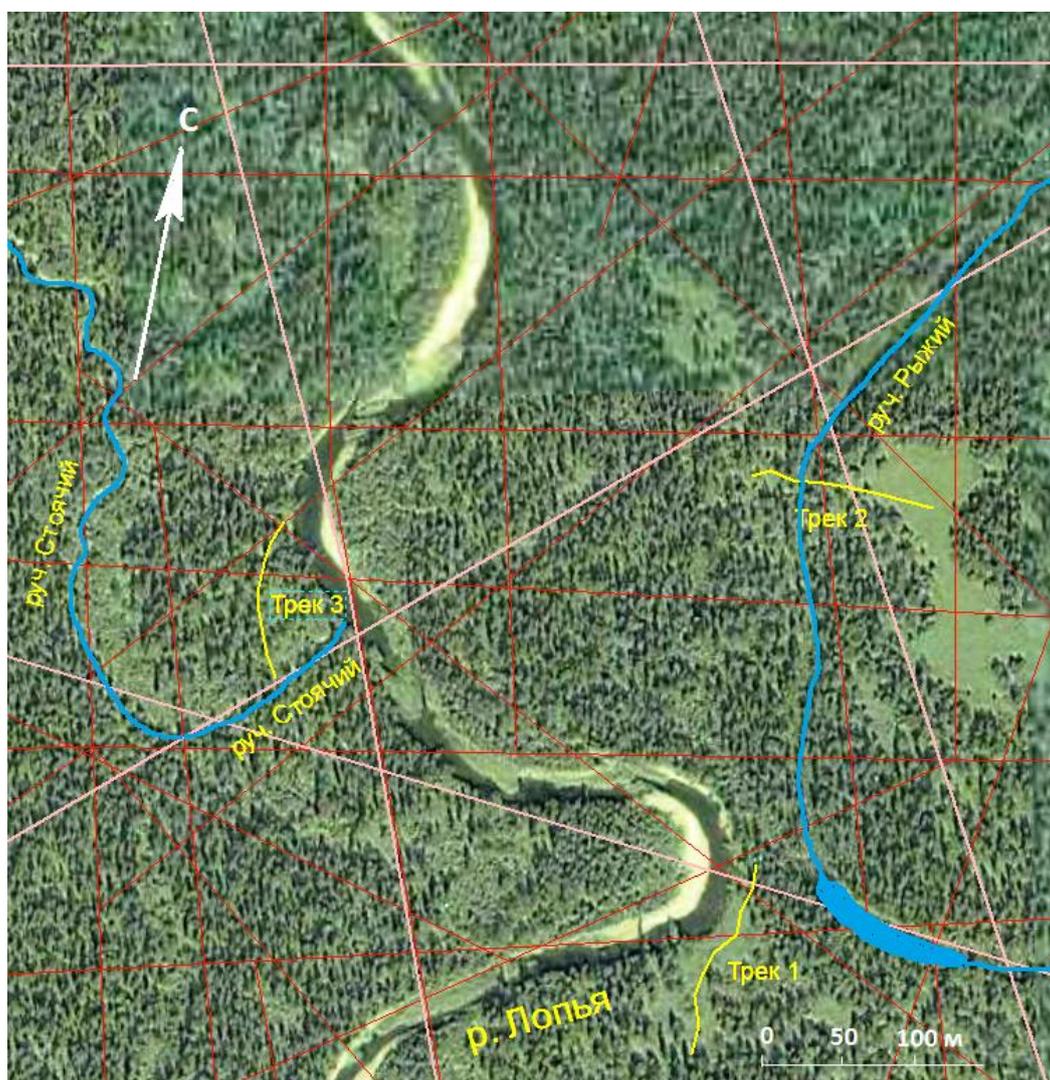


Рис. 5. Треки 1, 2 и 3 на р. Лопья: красные линии – локальные линеаменты длиной до 25 км; светло-розовые – зональные протяженностью 25–100 км.

Полученные результаты весьма ограничены в сравнении с безграничным числом возможных вариантов расположения треков, и могут быть объяснены однозначно не всегда. Однако выбор ключевых точек в местах с высокой геодинамической активности позволил установить их явное сопряжение с направлением линеаментов зонального уровня, а также с кольцевой структурой в диаметре около 170 м. Для 4-х треков из 5, т.е. в 80% случаев, обнаружено их сопряжение, близкое к параллельному либо, если трек закладывали поперек линеамента, его общее направление оказывалось в пределах $80\text{--}90^\circ$ к нему.

Резюмируя результаты, перспективы дальнейших работ видятся в увеличении длины треков в 3–4 раза с тем, чтобы получить достаточные выборки расстояний между зонами и рассчитать их статистические показатели по трекам и их корреляции к направлению ближнего линеамента.

Таким образом, впервые обнаружена связь неотектонической активности со структурой древостоя, размещением крупных деревьев, а также с образованием кольцевых структур у многолетних растений. Связь опосредована расположением деревьев, их биогрупп и кольцевых структур

растений на малых геоактивных зонах с размерностью от 1.0 до 8.0 м. Эти малые зоны образуют сети, которые сопряжены с системами разрывных нарушений, представленных на изученной территории прямолинейными и дугообразными линейными элементами.

Авторы благодарят директора заповедника «Вишерский» Павла Николаевича Бахарева за помощь в проведении исследований.

Библиографический список

1. Агбалян Ю.Г. Глобальная энергетическая сеть Хартмана. Мифы и реальность // *Сознание и физическая реальность*. 2009. № 12. С. 14-20.
2. Быков Н.Я., Михалев В.В. и др. Неотектонические аспекты долины р. Кама в районе Камского, Воткинского и Нижнее-Камского водохранилищ по результатам аэрокосмогеологических исследований // *Материалы региональной научно-практической конференции «Геология и полезные ископаемые Западного Урала»*. Пермь, 2007. С. 188-191.
3. Васильев А.Е., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. и др. *Ботаника: Морфология и анатомия растений*. 2-е изд. / общ. ред. Т. И. Серебряковой. М.: Просвещение, 1988. 480 с.
4. Горелов А.М. Биолокация и ее использование в изучении растений. Киев: Фитосоциумцентр, 2007. 112 с.
5. Горелов А.М. Эколого-морфологические основы концепции фитогенного поля. Автореф. докт. дис. по специальности 03.00.05. – ботаника. Нац. ботанич. сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины. Киев, 2014. 39 с.
6. Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // *Современные проблемы науки и образования*. 2011. № 4.
7. Копылов И.С. Геоэкологическая роль геодинамических активных зон // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2014. № 7. С. 67-7.
8. Марченко И.С. *Биополе лесных экосистем*. Брянск: БГИТА, 1995. 188 с.
9. Михалев В.В., Копылов И.С., Быков Н.Я. Оценка геологических рисков и техно-природных опасностей при освоении нефтегазоносных районов на основе аэрокосмогеологических исследований // *Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений*. 2005. № 5-6. С. 76-77.
10. Rogozin M. V. *Лесные экосистемы и геобиологические сети*. Пермь: ПГНИУ. 2016-а. 171 с.
11. Rogozin M.V. Локализация крупных деревьев в таежных древостоях и геоактивные зоны // *Бюллетень науки и практики. Электрон. журн*. 2016-б. №9 (10). С. 18-30.
12. Rogozin M.V., Копылов И.С., Красильников П.А. Биологический аспект геодинамических активных зон // *Геология и полезные ископаемые Западного Урала*. 2017. № 17. С. 223-227.
13. Rogozin M.V., Копылов И.С., Красильников П.А. Биолокация и био-геоактивные зоны // В сборнике: *Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию кафедры инженерной геологии и охраны недр Пермского университета*. Пермский государственный национальный исследовательский университет. 2018. С. 53-57.
14. Рыбальченко А.Я. Геологическая модель алмазоносных флюидизатно-эксплозивных структур уральского типа // *Геология и минеральные ресурсы европейского Северо-Востока России. Новые результаты и новые перспективы*. Т. IV. Сыктывкар: Геопринт, 2000. С. 109–111.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГЕОДИНАМИКА И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ENGINEERING GEOLOGY, GEODYNAMICS, AND GEOLOGICAL SAFETY

УДК 551.4.08

Н.Л. Батьянова

ООО «Геосервис», г.Кстово, Нижегородская область, Россия

ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫЕ ОПОЛЗНЕВЫЕ ЗОНЫ В Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД

Дается понятие оползнеопасных территорий и формулируются основные проблемы их освоения. Собраны описания крупных оползневых явлений в г. Нижнем Новгороде. За период с 2012 по 2017 гг. произошло 9 таких событий. Исследуется одна из оползнеопасных зон г. Нижнего Новгорода в связи с планируемым строительством в ней.

Ключевые слова: оползни, оползневые зоны, реки, Нижний Новгород, Россия.

N. L. Batyanova

LLC «Geoservice», Kstovo, Nizhny Novgorod region, Russia

POTENTIALLY DANGEROUS LANDSLIDE AREA In NIZHNY NOVGOROD

Given the concept of landslide-prone areas and formulate main problems of their development. Contains description of the major landslides in Nizhny Novgorod. For the period from 2005 to 2017 found 17 such events. Examines one of the landslide areas of Nizhny Novgorod with the planned construction of it.

Key words: landslides, landslide zones, rivers, Nizhny Novgorod, Russia.

Введение

Ежегодно оползни и процессы с ними связанные наносят территории России огромный социальный, экономический и экологический ущерб, не сопоставимые со средствами, затрачиваемыми на защитные сооружения и мероприятия. В 1965–1999 гг. 11% экономических потерь от природных катастроф обусловлено оползнями и обвалами [9].

К оползнеопасным территориям относятся участки оползневого склона (где развивается в настоящее время или произошел оползень в прошлом с формированием соответствующего рельефа: бровки оползневого склона, стенки срыва, оползневых ступеней или валов, оползневых трещин, межоползневых гребней и др.); часть склона или плато, расположенная выше оползневого склона с описанными ранее характерными элементами рельефа, поскольку в этом массиве, прилегающем к активному оползневому очагу, также

происходило и может происходить в будущем изменение напряженно-деформированного состояния грунтовой толщи с тенденцией оседания при приближении к границе с оползневой зоной; участки склона, расположенные за пределами оползневых очагов, но по стратиграфо-литологическим особенностям весьма близкие к оползнеопасным [12].

Первостепенное значение при оценке оползневой обстановки имеет изучение особенностей развития оползневого процесса, которое основывается на знании теории оползневого процесса, характера развития оползневых деформаций, геологического строения грунтовых массивов в коренном залегании (плато) и в пределах оползневых склонов, выявлении гидрогеологических, гидрологических, геоморфологических и техногенных условий развития оползней различных типов.

«Нижегородский летописец» повествует, что один из самых страшных оползней произошел в Нижнем Новгороде 18 июня 1597 года, когда в три часа ночи «оторвавшись от матерой земли, оползла гора в Печерском монастыре и с растущим на ней лесом вдвинулась в Волгу сажен на 50, а местами и более, вследствие чего на реке произошло страшное волнение: стоящие на воде суда выбросило на берег сажен на 20 от воды и более. Когда оползень оселся, в горе образовалось множество ключей. Оползнем разрушены были каменные монастырские церкви: Вознесения Господня, Покрова Богородицы, апостола и евангелиста Иоанна Богослова, Николая Чудотворца, святых Бориса и Глеба и Сергия Чудотворца; разрушены были кельи, погреба и прочие монастырские службы» [1].

Действующая система противооползневых и берегоукрепительных сооружений, выполненная на Окско-Волжских склонах в г.Нижний Новгород, построены более 30 лет тому назад. Новые защитные сооружения более в городе не строятся. Сооружения инженерной защиты все более ветшают, что приводит к нарушению устойчивости склонов и появлению вновь оползней на участках, долгое время остававшихся относительно спокойными.

Даже при отсутствии на участках строительства оползневых деформаций в текущий момент необходимо оценить возможное изменение устойчивости склона при проведении строительных работ или эксплуатации возведенных сооружений в случае возникновения условий формирования или активизации оползня блокового типа, сдвига или разжижения. Изменение исходной обстановки может быть вызвано естественным ходом событий (снижение прочности грунтов в процессе до предельного деформирования, завершение оползневого цикла, выпадение аномального количества атмосферных осадков и др.) или техногенным воздействием (утечки из водопроводящих коммуникаций, подрезка склона и др.).

В связи с планируемым строительством комплекса общежитий на исследуемом участке в 2015 году фирмой ООО «Геосервис» были проведены масштабные инженерно-геологические изыскания для расчета устойчивости и даны рекомендации.

Результаты исследований

Проведен анализ факторов и образования оползней на территории г.Ниж. Новгорода.

Среди факторов образования оползней на территории Нижегородской области выделяют прежде всего интенсивные осадки, таяние снега, приводящие к большому поверхностному стоку, а также грунтовые воды, которые явились причиной нижегородского оползня 1597 года. В сейсмоактивных районах оползни также могут быть вызваны землетрясениями.

Однако главной причиной образования оползней (до 80%) является антропогенный фактор [14], и преобладающее число оползней возникает из-за утечек воды из коммуникаций и подтопления территорий, искусственных подрезок склонов, вибрационного воздействия работающих механизмов и других техногенных факторов.

В Поволжье повторяемость катастрофических событий, связанных с оползнями, составляет один раз в 8-12 лет [13]. В среднем за год регистрируется один-два оползня, обусловленных совокупным действием климатических условий, подземных вод и техногенного фактора. В Нижегородской области оползневой процессом наиболее подвержены г. Н. Новгород и территории в Богородском, Кстовском, Павловском, Лысковском, Воротынском районах.

В данной работе акцентируется внимание на оползневых явлениях, произошедших в Нижнем Новгороде и приводится хронологический порядок этих событий за последние пять лет (2012–2017 гг.). Также исследуется оползневая активность склона Окского съезда в г. Нижний Новгород в связи с планируемым строительством комплекса общежитий в прибровочной части этого склона.

Оползневая активность в г. Нижний Новгород за 2012-2017 гг.

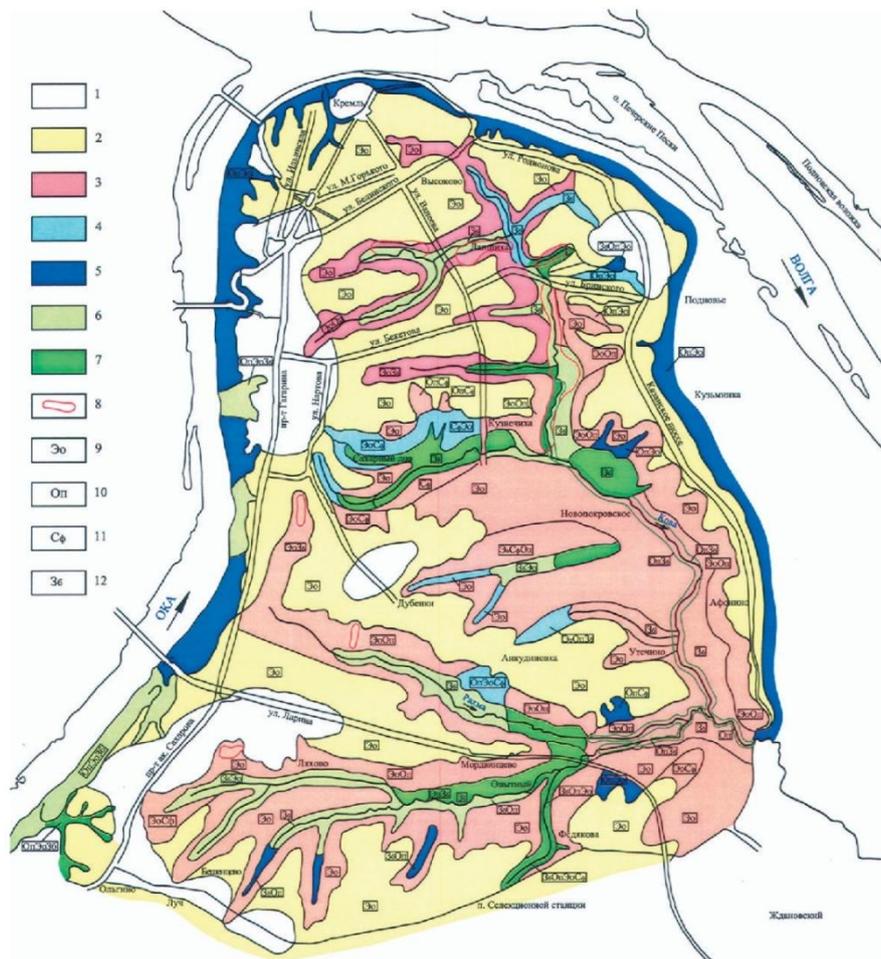
Оползневой активности подвержена вся нагорная часть г. Нижнего Новгорода [13-20] (рис.1).

11 апреля 2012 года в Нижнем Новгороде на Зеленском съезде напротив Театральной лестницы в Почаинский овраг съехал большой кусок грунта, вместе с ним часть пешеходной дорожки, дорожный знак «пешеходный переход» и мусорный бак; трамвайные пути, которые проходят рядом, в тот же день были перекрыты (рис. 2).

13 апреля 2012 года оползень произошел в Большом Красном овраге на съезде к Метромосту (рис. 3). Часть проезжей части была перекрыта.

18 июня 2013 на пересечении проспекта Гагарина и улицы Ларина – это одна из крупных дорожных развязок – в Нижнем Новгороде произошел оползень. Общий объем сошедшей земли оценивается в 100 куб. м. Из-за оползня пришлось перекрыть для движения этот участок дороги (рис. 4).

16 октября 2014 года произошел оползень на Зеленском съезде. В результате никто не пострадал, но образовались многочасовые пробки. Роль в образовании сыграли осадки и прорыв трубы.



Условные обозначения:
 1 - проявления ЭГП отсутствуют; 2 - Кр до 1%; 3 - Кр 1-5%; 4 - Кр 5-10%; 5 - Кр 10-25%;
 6 - Кр 25-50%; 7 - Кр > 50%; 8 - крутые очаги загрязнения; 9 - овражная эрозия;
 10 - оползневой процесс; 11 - суффозия; 12 - заболачивание

Рис. 1. Карта площадной пораженности нагорной части г. Нижнего Новгорода экзогенными геологическими процессами (Кр – коэффициент пораженности) [2].



Рис. 2. Оползень в апреле 2012 года в Почаинском овраге в Нижнем Новгороде



Рис. 3. Оползень в апреле 2012 года в Большом Красном овраге в Нижнем Новгороде



Рис. 4. Оползень на пересечении проспекта Гагарина и улицы Ларина в Нижнем Новгороде

21 июля 2015 года сошел оползень в районе пешеходного моста между Гребешковским откосом и улицей Заломова (рис. 5). Инженерная защита города акцентирует, что это был не оползень, а сход «небольшой оплывины» (не движение самого склона, а лишь деформация верхнего маломощного слоя земли на ограниченном участке). Из-за продолжительного дождя, который прошел минувшей ночью, грунт оказался переувлажнен.



Рис. 5. Оползень на Похвалинском съезде в Нижнем Новгороде

9 марта 2016 г. в Почаинском овраге в Нижнем Новгороде произошел оползень (рис. 6). Трещина в грунте на откосе Почаинского оврага появилась еще в конце февраля. Немедленно была создана комиссия, перекрыт проезд и проход вдоль бровки склона и установлено наблюдение за оползнем.

Наиболее вероятная причина оползня – переувлажненный из-за осадков в виде дождя и снега грунт не выдержал критического угла уклона оврага.

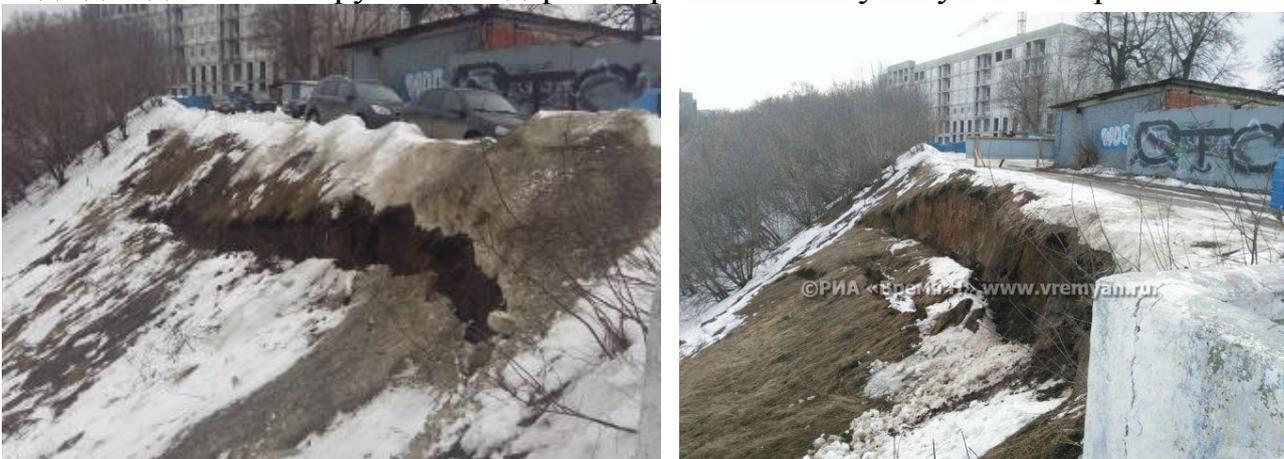


Рис. 6. Оползень в марте 2016 года на Похвалинском съезде в Нижнем Новгороде (в Университетском переулке, прямо возле Студенческого мостика)

22 апреля 2016 г. в Нижнем Новгороде было зафиксировано сразу несколько оползней (рис. 7). Два наиболее крупных сформировались на спуске к Метромосту со стороны верхней части города и на Зеленском съезде у стен Кремля. В результате подвижек грунта никто не пострадал: массы грунта достигли края проезжей части и остановились.



Рис. 7. Оползни в апреле 2016 года на спуске к Метромосту (слева) и на Зеленском съезде (справа)

6 июля 2017 г. на Зеленском съезде в центре Нижнего Новгорода после проливных дождей сошел грунт (рис. 8). Огромные куски грунта перекрыли движение.



Рис. 8. Оползень на Зеленском съезде в июле 2017 года

Исследование склона на Окском съезде в г. Нижний Новгород в связи с планируемым строительством

Исследуемый участок располагается в Нагорной части г. Нижнего Новгорода, западнее территории университета им. Н.И. Лобачевского. Участок, представляющий собой склон Окского съезда, приурочен к водораздельному плато, ограниченному с востока территорией университета, с севера и юга склонами двух отвершков Лагерного оврага, с запада – автодорогой с Молитовского моста до пл. Лядова (рис. 9).

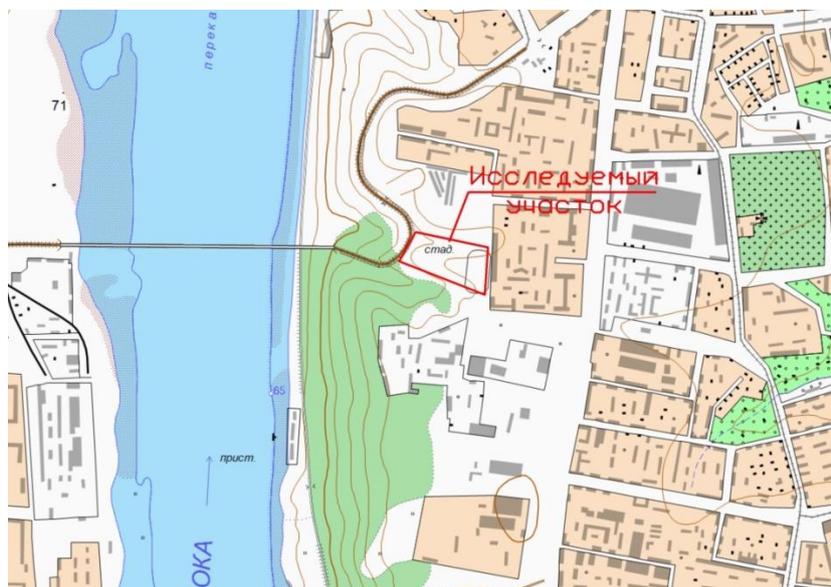


Рис. 9. Обзорная план-схема исследуемого участка

Верхняя часть откоса Окского съезда представляет собой искусственно созданный склон правобережного подхода к Молитовскому мосту, проложенного в 1962-63 гг. в приборочной части плато в виде глубокой двухоткосной выемки и однооткосной полки в пределах Окского склона высотой 50м и крутизной 19-27°. Абсолютная отметка бровки откоса составляет 179м БС. Абсолютная отметка полотна автодороги съезда напротив отвершков Лагерного оврага 128м БС.

21 февраля 1974 г. на этом откосе произошел крупный оползень. В результате жертв не было, однако был перевернут трамвай и проезжая часть съезда оказалась полностью засыпанной и перекрытой, что привело к прекращению движения по Молитовскому мосту и создало напряженную обстановку в транспортной связи между Нагорной и Заречной частями города (рис. 10, 11).



Рис. 10. Общий вид оползня 1974 г.



Рис. 11. Опрокинутый Молитовским оползнем трамвай

Силами «Гипрокоммунстроя» были выполнены инженерно-геологические изыскания на данном склоне.

До оползня крутизна склона составляла $35-4^\circ$ в интервале абсолютных отметок 134-178м Бс. Поверхность откоса была неодренованной. Образовавшийся оползневой цирк имел размеры 110x115м с выдвинутым языком на Молитовский съезд и до 6,5м на противоположный откос. Объем оползневой подвижки 100 тыс. м³ грунта. Деформация склона по механизму смещения относится к оползню-сдвигу (или оползню срезания) с элементами продавливания и выдавливания подстилающих пород 9 (рис. 12).

Оползнеобразующие факторы:

- 1) предельная крутизна и высота откоса;
- 2) наличие в нижней части откоса прослоя твердой глины пониженной прочности, послужившей зоной скольжения;
- 3) интенсивное выветривание крутого неодренованного склона откоса и возрастание в связи с этим трещиноватости слагающих склон пород, увеличение степени влажности глинистых разностей этих отложений, и, как следствие, понижение их прочностных свойств с появлением (или увеличением) до предельных значений величин напряжений в массиве склона;
- 4) увеличение нагрузок в основании склона за счет дополнительного увлажнения пород приповерхностной зоны, вызванного устойчивыми оттепелями теплой зимы 1973-1974 гг.;
- 5) снижение степени устойчивости откоса из-за возрастания совместного действия гидростатического и гидродинамического давления вследствие резкого повышения уровней подземных вод в феврале 1974 г.;
- 6) скорее всего, имело место и падение длительной прочности глин пермских отложений в основании склона в результате изменения их свойств после разгрузки от вышележащих пород в результате выемки последних по трассе съезда.
- 7) влияние геодинамической (неотектонической) активности [3-9].

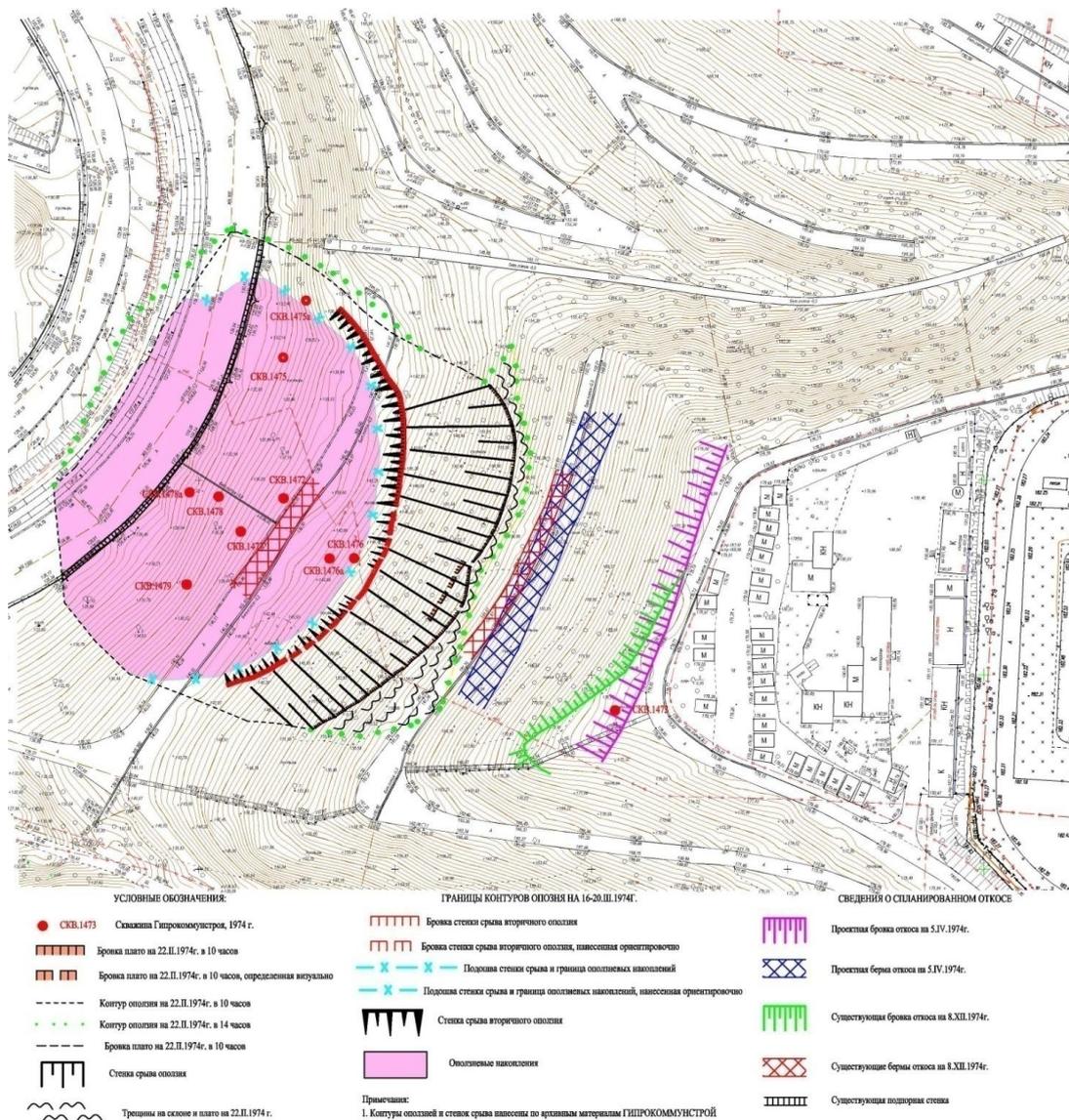


Рис. 12. Инженерно-геологическая (оползневая) карта склона Окского съезда

После оползня 1974г. был выполнен комплекс противооползневых работ:

- 1) изменение крутизны планируемого откоса и придание ему заложения 1:2 (в интервале абс.отм. 140-178м) и 1:3 ниже 140м;
- 2) устройство двух берм на поверхности планируемого откоса с расположением нижней из них на оползневых накоплениях;
- 3) устройство дренажных систем в тыловой части нижней бермы и заложении их в коренном массиве склона для перехвата подземных вод;
- 4) дернование склона;

Д. Устройство ливнеотоков для перехвата поверхностных вод на склоне и прилегающем участке плато.

Обсуждение результатов

В 2012-2017 гг. происходило не более одного события в год, за исключением 2012 и 2016 гг., когда было зафиксировано больше двух оползневых явлений. Это может быть связано с особенно сильным снеготаянием из-за резкого потепления 2012 и 2016 годов.

В основном оползневой процесс носил поверхностный характер (небольшие площади смещения, небольшая глубина захвата). Наибольшее количество оползней произошло в весенний период. Основными оползнеобразующими факторами явились климатические условия (выпадение обильных осадков в виде дождя или быстрое таяние снега) и подземные воды. Так, большинство оползней (4 события) произошло в апреле и марте, во время интенсивного таяния снега, три летом во время интенсивных ливней. Три оползня были связаны либо с техногенным фактором (утечки, подрезки и пригрузки склона, строительство в приобвочной части, неорганизованный поверхностный сток, разрушающиеся противооползневые сооружения), либо с совокупностью неблагоприятных факторов.

В развитии оползневого процесса отмечается закономерная периодичность оползневых циклов, сезонные и многолетние ритмы.

Современное активное освоение ранее пустовавших площадей, входящих большей частью в оползневую зону, усиливает нагрузку на склоны, и в целом ухудшает оползневую обстановку. Хозяйственное использование этих территорий и строительство сооружений на них нельзя проводить без учета особенностей деформирования грунтовых массивов в указанных зонах.

Учитывая сложность решаемых задач, для освоения оползневых территорий необходима организация и ведение мониторинга напряженно-деформированного состояния грунтового массива на всех этапах ведения работ, в том числе для контроля эффективности и корректировки защитных мероприятий.

Выводы

Воздействие на геологическую среду при строительстве проявляется в изменении микрорельефа (выемки, рытье котлованов), нарушении параметров поверхностного и подземного стока – при нарушении природных гидрогеологических условий возможна периодическая активизация процесса подтопления (в период снеготаяния, обильного выпадения атмосферных осадков, аварийных утечек из водонесущих коммуникаций); изменении физико-механических свойств грунтов.

Для уменьшения оползневой опасности в г.Ниж. Новгороде необходимо выполнить следующие мероприятия:

1) организовать поверхностный сток на участке, исключив замачивание территории;

2) строительство противооползневых сооружений (подпорные стенки, водоотводящие дренажи, лотки и т.д.) вести по проекту, выполненному специализированной организацией;

3) при проектировании и строительстве необходимо предусмотреть меры инженерной защиты зданий и сооружений (в том числе инженерных коммуникаций) в данных условиях – асфальтирование, перехват и водоотвод талых и дождевых вод. Строительные работы, особенно рытье котлованов, должны выполняться, не допуская замачивания и промораживания грунтов;

4) необходимо выполнить проектные работы по устойчивости склона с учетом наихудшего состояния в условиях водонасыщения и нагрузок от проектируемых зданий.

5) провести детальное районирование территории города по оползневой опасности с учетом комплексного влияния природно-геологических факторов.

Библиографический список

1. Гациский А.С. *Нижегородский летописец*. Н. Новгород: Нижегородская ярмарка, 2001. 716 с.

2. Копосов Е.В., Хромова Т.С. *Мониторинг экзогенных геологических процессов при экологически безопасном строительном освоении территорий / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. Нижний Новгород.: ННГАСУ, 2009. 188 с.*

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

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

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

6. 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.*

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

8. 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.*

9. Осипов В.И. *Природные катастрофы на рубеже XXI века // Вестник РАН. 2001. Т. 71. № 4. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://vivovoco.astronet.ru/VV/JOURNAL/VRAN/CATA/>*

10. *Отчет об инженерно-геологических изысканиях на аварийном оползневом участке Молитовского съезда в г. Горьком. М., Гипрокоммунстрой, 1974. Геолфонд Средне-Волжской геологоразведочной экспедиции.*

11. *Оценка оползневой опасности [Электронный ресурс] / Осипов В.И.; Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН. Режим доступа: <http://opolzni.ru/оценка-оползневой-опасности>*

12. *Стратегические риски России: оценка и прогноз / под ред. Воробьев Ю.Л. МЧС России. М.: Деловой экспресс, 2005. 392 с.*

13. *XXI век – вызовы и угрозы / под ред. Владимирова В.А. ЦСИ ГЗ МЧС России. М.: Ин-октаво, 2005. 304 с.*

14. <http://kriminalnn.ru> [Электронный ресурс].

15. <https://progorodnn.ru/> [Электронный ресурс].

16. <https://www.vesti.ru/> [Электронный ресурс].

17. <https://progorodnn.ru/> [Электронный ресурс].

18. <http://www.vremyan.ru/> [Электронный ресурс].

19. <https://nnovgorod.in> [Электронный ресурс].

20. <http://territoryengineering.ru/> [Электронный ресурс].

А.В. Буянова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт геологии
и нефтегазовых технологий, г. Казань

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПЛОЩАДКИ
ИЗЫСКАНИЯ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО
АДМИНИСТРАТИВНО-ТОРГОВОГО ЗДАНИЯ С ГОСТИНИЦЕЙ
В ДОМОДЕДОВСКОМ РАЙОНЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Рассмотрено геологическое строение площадки под строительство административно-торгового здания с гостиницей в Московской области, Домодедовском районе, д. Юсупово. Описано инженерно-геологическое строение участка изысканий, выполнена обработка результатов лабораторных исследований. Приведены расчеты мелко заложения фундамента, определено количества подушек и блоков при застройке.

Ключевые слова: инженерная геология, современная геодинамика, строительство административно-торгового здания, расчеты мелко заложения фундамента, Домодедовский район Московской области.

A.V. Buyanova

Kazan (Volga) Federal University, Institute of Geology and Oil and gas
Technologies, Kazan

**ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE PLATFORM OF
RESEARCH UNDER CONSTRUCTION IT IS ADMINISTRATIVE – THE
TRADE BUILDING WITH HOTEL IN DOMODEDOVO THE REGION
OF THE MOSCOW REGION**

The geological structure of the platform under construction administratively – the trade building with hotel in the Moscow region, the Domodedovo district, of Yusupovo is in detail considered; the engineering-geological structure of the site of researches is described; processing of results of laboratory researches; calculations of small laying of the base and determination of quantity of pillows and blocks when building.

Keywords: engineering geology, modern geodynamics, construction administratively – the trade building, calculations of small laying of the base, the Domodedovo district Moscow region.

Введение

Инженерно-геологические изыскания проводились по объекту: «Двухэтажного административно-торгового здания с гостиницей в Московской области, Домодедовском районе, д. Юсупово» [9].

Цель исследований заключалась в определении инженерно-геологических особенностей строительной площадки, в обосновании выбора типа фундамента исходя из конкретных геологических и гидрогеологических условий. Исходя из поставленных целей, необходимо было решить следующие задачи: изучить особенности залегания и литологический тип грунтов, физико-механические

свойства грунтов площадки изысканий, гидрогеологические условия, определить степень агрессивности и коррозионную активность грунтов оснований, выполнить расчеты мелкого заложения фундамента, определить количество подушек и блоков при застройке.

Природно-геологические условия района

Площадка изысканий расположенная в д. Юсупово Домодедовского района Московской области (рис. 1).

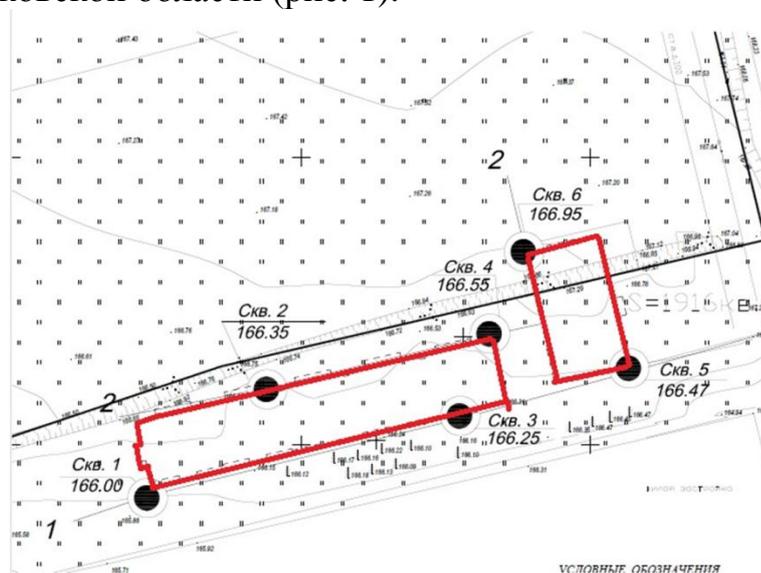


Рис. 1. Площадка изысканий

Климат района работ умеренно-континентальный, характеризуется следующими основными показателями: средняя годовая температура воздуха – плюс $4,1^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум – минус 42°C , абсолютный максимум – плюс 37°C , количество осадков за год – 644 мм. Нормативная глубина сезонного промерзания грунта для суглинков составляет 1,10 м.

В геоморфологическом отношении участок проектируемого комплекса приурочен к волнистой Москворецко–Окской моренно-эрозионной равнине и расположен на левом берегу р. Рожайка, правого притока р. Пахра. Рельеф площадки ровный, характеризуется абсолютными отметками от 166,00 м до 166,95 м. Проявление неблагоприятных физико-геологических процессов на площадке не отмечено. В геологическом строении данного участка до глубины бурения (7,0 м) принимают участие водно-ледниковые четвертичные отложения, перекрытые с поверхности почвенно-растительным слоем.

Согласно результатам лабораторных анализов грунтов, визуальным определениям в геологическом разрезе площадки выделены следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ): 1) почвенно-растительный слой (pQIV); 2) суглинок тугопластичный (f, lgQII); 3) суглинок мягкопластичный (f, lgQII);

По гидрогеологическим условиям территория расположена в южной части Московского артезианского бассейна. Водоносные горизонты мезозойских и кайнозойских отложений маловодообильны, имеют местное значение. Выделяются: водоносный горизонт аллювиальных отложений первой и второй надпойменных террас развит в долине р. Пахры и в нижнем течении ее

притоков. Водовмещающими породами являются пески, реже супеси. Водоносный горизонт аллювия третьей и четвертой надпойменной террас распространен в долине р. Пахры, местами отклоняясь от нее. Водовмещающими породами являются пески разнозернистые, местами глинистые, содержащие гравий, гальку, иногда валуны.

На площадке изысканий при бурении скважин до глубины 7,0 м грунтовые воды вскрыты во всех скважинах на глубинах 3,0-4,0 м. уровень установления воды зафиксирован на этих же отметках. Водовмещающими грунтами являются суглинки мягкопластичные, с прослоями песка и гальки. Водоупор не был вскрыт (рис.2).

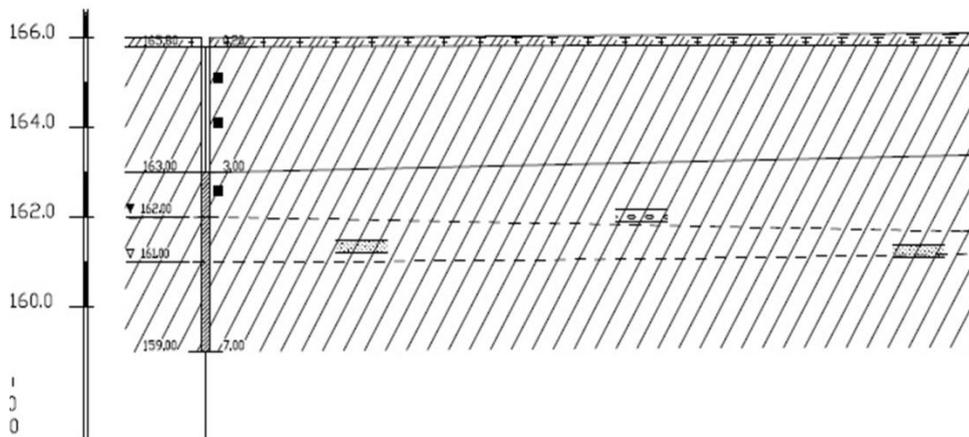


Рис. 2. Геологический разрез

По результатам химических анализов грунтовые воды агрессивными свойствами к бетонам марок W4, W6, W8 не обладают, слабоагрессивные к железобетонным конструкциям при периодическом смачивании и к конструкциям из углеродистой стали, среднеагрессивные к металлическим конструкциям. По результатам химических анализов водной вытяжки грунты по отношению к бетонным и железобетонным конструкциям неагрессивны. По отношению к свинцовой оболочке кабеля – средняя, к алюминиевой оболочке – средняя.

По критериям типизации территории по подтопляемости относится к потенциально подтопляемым территориям 2 степени. Рекомендуемые значения физико-механических свойств грунтов действительны для непромороженных грунтов основания при условии сохранения их природной структуры и влажности. При нарушении естественного состояния и при увлажнении грунтов происходит ослабление прочности пород. Сейсмичность района работ – менее 6 баллов.

Методика и результаты расчетов

На основе материалов изысканий [9], инженерно-геологических условий и в соответствии с методиками, ГОСТ и СНиП [1-15] выполнили расчеты мелкого заложения фундамента (рис. 3).

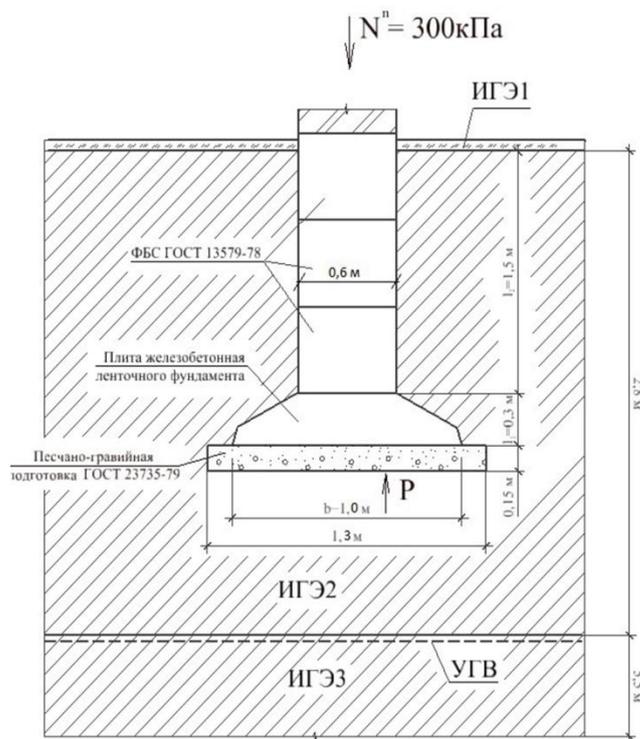


Рис. 3. Разрез по фундаменту

ИГЭ 1 – почвенно-растительный слой; ИГЭ 2 – суглинок тугопластичный; ИГЭ 3 – суглинок мягкопластичный; УГВ – уровень грунтовых вод на глубине 2,8 м. от поверхности земли.

Определение ширины подушки ленточного фундамента под наружную бесподвального здания.

Нагрузка, приходящаяся на верхний обрез фундамента:

- нормативная $N_n = 30$ кН/м;

Под строительство был выбран фундамент мелкого заложения и вычислили ширину подушки ленточного фундамента:

$$A_f = N_n / (R_0 - \gamma_{cp} \cdot d) \quad A_f = 1 \text{ м}^2;$$

Нашли расчетное сопротивление грунта основания с учетом принятой глубины заложения и ширины подошвы фундамента:

$$R = (\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}) / k \cdot [M \gamma_k z b \gamma_{11} + M q d_1 \gamma_{11} + (M q - 1) d b \gamma_{11} + M c c_{11}]$$

$$R = 379 \text{ кПа};$$

Определили среднее давление по подошве фундамента от нормативных нагрузок и делаем проверку:

$$P = (N_n + N_{nf} + N_{nгр}) / A_f$$

$$P = 340,8 \text{ кПа.} \quad P < R$$

По каталогу окончательно принимаем: плиты ленточного фундамента:

- ФЛ 10.12-1;

- ФЛ 10.24-1.

Фундаментные блоки ФБС:

- ФБС 24.6.6;

- ФБС 12.6.6;

- ФБС 9.6.6.

Заключение. Таким образом, результаты выполненных инженерно-геологических изысканий показали, что толща грунтов в основание проектируемого сооружения до глубины 7,0 м является неоднородной, в ее пределах выделяется 3 инженерно-геологических элемента. При заложении фундаментов несущими грунтами будут служить, суглинки тугопластичные. Глубина заложения блочного фундамента – 1,8 м, ширина – 1 м., длина 1,2 м и 1,4 м. Количество блоков на участке «Административно – торгового здания с гостиницей» – 312. Фундамент мелкого заложения полностью удовлетворяют техническим условиям объекта.

Рекомендуемые защитные инженерные мероприятия при проектировании и строительстве здания от техногенного подтопления:

- недопущение утечек из водонесущих коммуникаций во время строительства и эксплуатации здания;
- предусмотреть урегулирование поверхностного стока;
- выполнить гидроизоляцию заглубленных частей здания.

Библиографический список

1. Анненская Г.Н., Жучкова В. К., Калинина В.Р и др. *Ландшафты Московской области и их современное состояние*. Смоленск: Издательство СГУ, 1997. 299 с.
2. Вагнер Б.Б. Манучарянц Б.О. *Геология, рельеф и полезные ископаемые Московского региона*. Учебное пособие. М.: МГПУ, 2003. 92 с.
3. ГОСТ 25100-95 *Грунты. Классификация*.
4. ГОСТ 9.602-2005 *Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии*.
5. GeOkniga.- <http://www.geokniga.org> . Геологическая библиотека. (Дата обращения: 05.04.2016)
6. Георесурс.-<http://www.georesurs.ru>. Геологический атлас Москвы. (Дата обращения: 15.04.2016).
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. *Региональные факторы формирования инженерно-геологических условий территории Пермского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2012. № 84. С. 102–112.
9. *Отчет ООО Промпроект «строительство административно – торгового здания с гостиницей в Московской области, Домодедовском районе, д. Юсупово»*. Инженерно-геологические изыскания. 2015.
10. ОСТ 41-05-263-86 *Подземные воды. Классификация по химическому составу и температуре*.
11. *Рисунга минералы*. <http://mindraw.web.ru>. Геологическое строение Московского района. (Дата обращения: 28.04.2016).
12. СНиП 2.02.01-83* *Основания зданий и сооружений*.
13. СНиП 23-01-99 *Строительная климатология*.
14. СНиП 23-01-99* *Строительная климатология*.

А.И. Газизов
ООО НПФ «АМК ГОРИЗОНТ»
г. Октябрьский, Республика Башкортостан

КОМПЛЕКСНЫЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ НА ВОДНЫХ ПЕРЕХОДАХ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА «АЛТАЙ»

Статья посвящена применению геофизических методов в инженерной геологии. Рассматриваются особенности и результаты геофизических изысканий при проектировании магистрального газопровода «Алтай».

Ключевые слова: инженерная геология, геофизические методы, магистральный газопровод.

A.I. Gazizov
LLC NPF AMK HORIZON
Oktyabrsky, Republic of Bashkortostan

INTEGRATED ENGINEERING AND GEOPHYSICAL SURVEYS ON WATERWAYS DURING THE DESIGN OF THE «ALTAI» GAS MAIN PIPELINE

The article is devoted to the use of geophysical methods in engineering geology. The features and results of geophysical surveys are considered in the design of the «Altai» gas main.

Keywords: engineering geology, geophysical methods, main gas pipeline

Введение

Методы инженерной геофизики широко используют при инженерно-геологических изысканиях, предваряющих промышленное и гражданское строительство. Инженерная геофизика позволяет построить структурную модель участка строительства, изучить гидрогеологические условия данной местности, а также экзогенные физико-геологические явления и процессы (карст, оползни, многолетняя мерзлота). Геофизические методы позволяют проводить контроль геологической среды, не нарушая сложившуюся обстановку, причем анализируется состояние значительных объемов горных пород, что уменьшает опасность случайных выводов. В результате в плане и вертикальном разрезе могут быть выявлены участки, в пределах которых повышение прочности и гидроизоляционных свойств грунтов оказалось недостаточным. Возникает возможность оперативно рекомендовать необходимые дополнительные технические мероприятия для исправления недостатков.

Особенно эффективно использование электрометрических и сейсмоакустических методов при наблюдениях за качеством создания

цементных противofильтрационных завес. При проникновении в поры и трещины цементного раствора электрическое сопротивление массивов горных пород значительно понижается. Таким образом, проводя на поверхности земли соответствующие измерения, можно строить карты равных сопротивлений, минимумы на которых будут определять области скопления раствора [6].

Цель статьи – анализ применение комплексных геофизических и аэрокосмогеологических методов перед строительством магистрального газопровода «Алтай».

«Алтай» – проектируемый газопровод между газовыми месторождениями Западной Сибири и Синьцзян-Уйгурским автономным районом на западе Китая. Там он может соединиться с китайским газопроводом «Восток-Запад», по которому газ дойдет до Шанхая. Планируемая протяженность газопровода – около 6700 км, из которых 2700 км должны пройти по территории России. Предполагаемый диаметр труб – 1420 мм. Предварительная стоимость проекта составляет, по различным оценкам, от 4,5-5 млрд. до 10-13,6 млрд долларов США. Через магистраль в течении 30 лет предполагается поставка в КНР 38 млрд куб. м российского газа в год. Договор купли-продажи подписан 21 мая 2014 года между компаниями «Газпром» и CNPC [10].

Проектируемая трасса пересекает участки с многолетнемерзлыми породами, нарушение которых вызовет общую дестабилизацию почвогрунтов, а также усиление процессов термокарста.

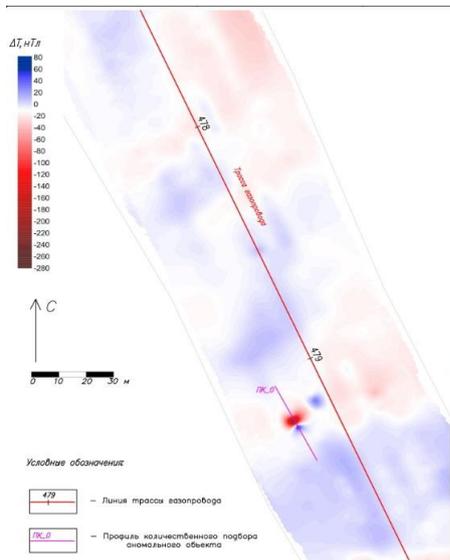
Часть территории, по которой может пройти газопровод (горное обрамление плато Укок), расположена в зоне 8-9-балльной сейсмичности, обусловленной высокой геодинамической активностью, и бурение может дестабилизировать сейсмотектонические процессы. Поэтому при проведении комплексных геолого-геофизических исследований важнейшей задачей является выделение опасных геодинамических активных зон [1-6].

Применение геофизических методов при проектировании газопровода «Алтай»

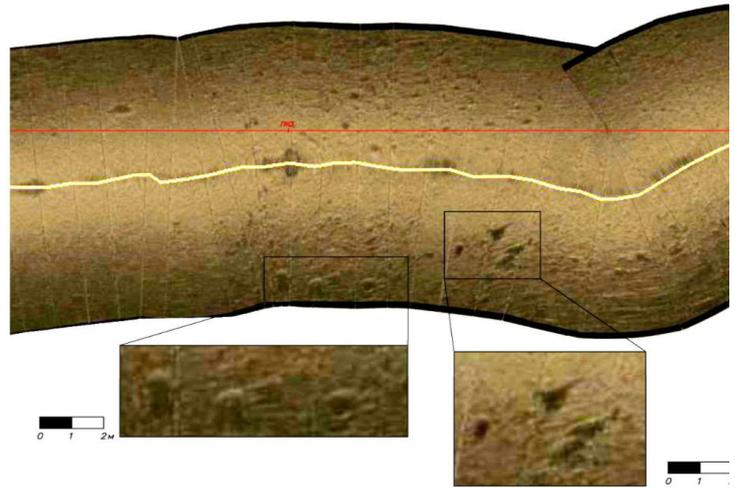
На территории Республики Алтай, Алтайского Края и Новосибирской области в рамках проектирования магистрального газопровода «Алтай» проведены геофизические исследования на переходах трассы газопровода через водные преграды.

Основной целью работ было уточнение геологического разреза и выявление факторов, осложняющих условия строительства подводных переходов.

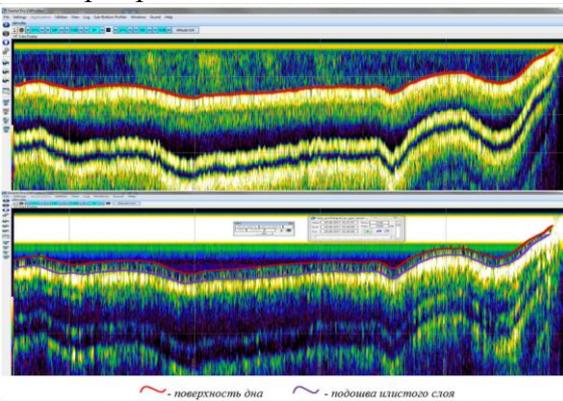
Для решения поставленных задач выполнен комплекс геофизических методов, который включал: магниторазведку, гидролокацию бокового обзора (ГБО), электроразведку, сейсморазведку, сейсмоакустику, георадиолокацию (рис. 1).



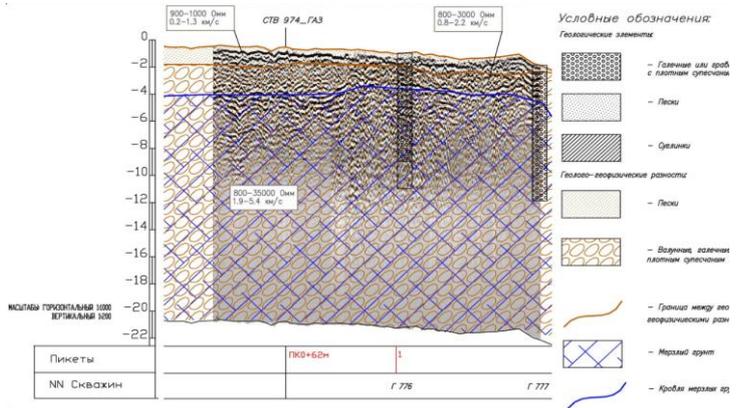
Фрагмент карты изолиний аномального магнитного поля на участке перехода МГ через р. Иня



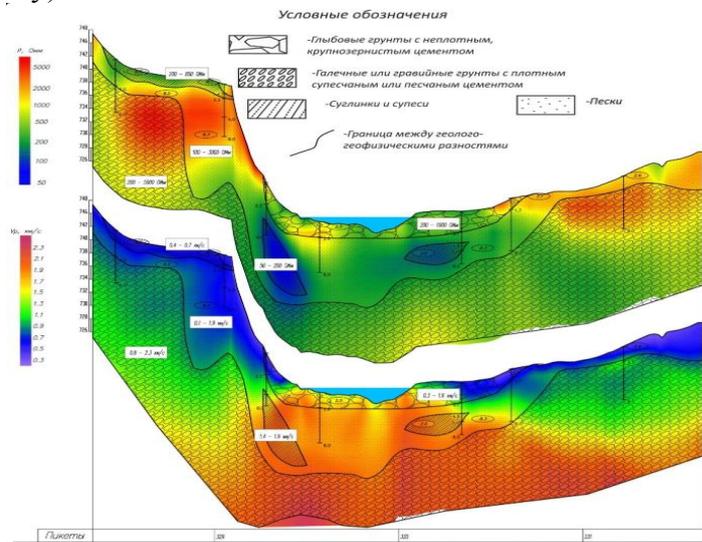
Фрагмент сонограммы с выделенными на поверхности дна валунами по переходу МГ через р. Иня



Акустограмма по водной части р. Иня. Профиль дна – частота 200 кГц (вверху). Изображение структуры поддонных слоев – частота 20 кГц (внизу)



Фрагмент радарограммы по береговой части профиля перехода трассы МГ через р. Ак-Алаха (Республика Алтай)



Разрез удельных электрических сопротивлений (вверху) и скоростной разрез (внизу) на водном переходе через р. Катунь (Республика Алтай)

Рис. 1. Применение различных геофизических методов при проектировании газопровода «Алтай» [9]

Наземная и акваториальная магнитометрия выполнялась для обнаружения техногенных магнитных объектов значительных размеров, которые могли бы осложнить прокладку газопровода. Результатом проведения магниторазведочных работ являлись карты изолиний аномального магнитного поля. При обнаружении значительных аномалий выполнялся подбор глубины залегания, геометрии и магнитной восприимчивости аномалеобразующих тел.

Значительно усложняли выявление погребенных техногенных объектов аномалеобразующие предметы на поверхности, такие как скопления глыбового грунта интрузивных пород, металлический мусор и др.

ГБО выполнялась с целью обнаружения крупных объектов на поверхности дна, которые впоследствии могли бы усложнить прокладку газопровода. По данным ГБО в процессе обработки собирались мозаики сонограмм (рис. 2), на которых были выделены скопления валунного материала и отдельные валуны диаметром более 1 метра.

С целью уточнения геологического разреза выполнялись сейсмоакустические исследования, георадарное обследование, сейсморазведка и электроразведка. По данным сейсмоакустических исследований картировалась подошва рыхлых, как правило, илистых поддонных отложений.

Георадиолокационное профилирование выполнялось для выявления отражающих границ от слоев с различной диэлектрической проницаемостью. Изменение этого параметра связано с множеством факторов, в том числе с различным фазовым состоянием раствора, насыщающего породу. Наиболее яркой отражающей границей являлась кровля многолетнемерзлых пород в отсутствие перекрывающих экранирующих глинистых пород, распространенных на территории исследования (рис. 1).

Наиболее эффективными для расчленения геологического разреза показали себя результаты электроразведочных и сейсморазведочных работ. Совместная интерпретация скоростного и геоэлектрического разрезов позволила дифференцировать сложнопостроенный разрез осадочных отложений на участках переходов.

Путём обработки всех сейсмограмм, зафиксированных по профилю, получают сейсмогеологические разрезы. В сейсморазведке применяют практически все волны, которые удаётся выделить на сейсмограммах – продольные, поперечные, обменные, прямые, преломлённые, отражённые, рефрагированные, поверхностные и дифрагированные [8].

Применение аэрокосмогеологических методов при проектировании газопровода «Алтай».

В целях оценки геодинамической активности территории Горного Алтая и эколого-геодинамической безопасности проектируемого газопровода И.С. Копыловым [1, 2] проведен линеаментно-геодинамический анализ на основе аэрокосмогеологических дистанционных методов. Анализ заключался в получении исходной модели линеаментного поля путем дешифрирования космических снимков (КС), далее – в аппроксимации расчетных данных, ранжировании территории по степени геодинамической активности и построение ее картографических моделей разного уровня детальности.

Методика работ включала: компьютерное дешифрирование цифровых КС различных масштабов (1:1 000 000-1:50 000), выделение на них линеаментов и обработку данных в ГИС-технологиях. По плотности линеаментов и другим неотектоническим показателям установлены десятки геодинамических активных зон разных рангов. Они представляют собой потенциально опасные аварийные участки, которые необходимо учитывать при проектировании, строительстве и дальнейшей эксплуатации системы магистральных газопроводов на территории Горного Алтая [1, 2].

Заключение

Применение комплексных геофизических и аэрокосмогеологических изысканий позволяет обеспечить надежное и оптимальное решение при проектировании различных сооружений. В данном случае удалось проложить маршрут газопровода с учетом геологических особенностей водных переходов.

По результатам исследований подобран оптимальный маршрут с учетом всех неблагоприятных факторов.

Библиографический список

1. Копылов И.С. Аэрокосмогеологические исследования на трассах нефтегазопроводов для оценки инженерно-геологических условий и геодинамической активности // *Геология и полезные ископаемые Западного Урала*. 2015. № 15. С. 157-162.
2. Копылов И.С. *Геоэкология нефтегазоносных районов юго-запада Сибирской платформы*. Пермь, 2013. 166 с.
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. Проведение линеаментно-геодинамического анализа горного Алтая и трассы проектируемого газопровода «Алтай» // *Международный журнал экспериментального образования*. 2015. №8-3. С. 398.
5. Копылов И.С. *Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования*. 2011. № 4.
6. Ликутев Е.Ю., Копылов И.С. *Комплексирование методов изучения и оценки геодинамической активности // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование*. 2013. № 4. С. 125-133.
7. Огильви А.А. *Основы инженерной геофизики*. М., 1990.
8. Романов В.В. *Геофизические методы в инженерной геологии // Научно-методический электронный журнал «Концепт»*. 2015. Т. 13. С. 11-15. URL: <http://e-koncept.ru/2015/85003.htm>.
9. *ГеофизПоиск: [Электронный ресурс]*. URL: <http://geophyspoisk.com>. (Дата обращения: 16.05.2018).
10. [https://wiki2.org/ru/Алтай_\(газопровод\)](https://wiki2.org/ru/Алтай_(газопровод)).

А.И. Дунаев
ООО НПФ «АМК ГОРИЗОНТ»
г. Октябрьский, Республика Башкортостан

ПРОБЛЕМА ОБРАЗОВАНИЯ КАРСТОВЫХ ПРОВАЛОВ НА ТЕРРИТОРИИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Территория Самарской области сильно подвержена образованию карста. Воронки являются самыми распространёнными формами карстового рельефа в Самарской области. На территории г. Самары карстовые процессы особенно развиты в старой черте города и в отдельных прилегающих районах. В последнее время в связи с резким изменением гидрогеологического режима в регионе отмечается оживление древнего карста и образование карстовых зон, воронок, полостей, пустот.

Ключевые слова: карст, воронки, Самарская область.

A.I. Dunaev
LLC NPF AMK HORIZON
Oktyabrsky, Republic of Bashkortostan

GEOLOGICAL STRUCTURE OF KRASNOYARSK DISTRICT OF THE SAMARA REGION

The territory of the Samara region is highly exposed to the formation of karst. Craters are the most widespread forms of karst relief in the Samara region On the territory of the mountains. Samara karst processes are especially developed in the old city limits and in separate adjacent areas. Recently, due to the sharp change in the hydrogeological regime in the region, the revival of the ancient karst and the formation of karst zones, funnels, cavities, voids are noted.

Key words: karst, funnels, Samara region

Введение

Карст – это совокупность геологических процессов и явлений, связанных с процессом растворения горных пород подземными или поверхностными водами. Оно сопровождается образованием карстовых форм – пустот в толще растворимых пород (пещеры, ниши) и на земной поверхности (воронки, поля, поноры, провалы). По форме протекания выделяют голый карст (с выходом карстующихся пород на земную поверхность) и покрытый карст (когда они перекрыты сверху некарстующимися отложениями).

Основные факторы карстообразования Самарской области

Карст зависит от целого ряда различных факторов. Внутренними факторами являются особенности геологического строения территории и напластования, характер залегания и степень нарушенности пластов, содержание растворимых компонентов в породах, характер их распределения в породах. Внешние факторы – это высота базиса эрозии, длительность нахождения карстующихся пород близ поверхности, особенности рельефа,

температурный режим, количество и режим атмосферных осадков, гидрографическая сеть и её особенности.

Одним из важнейших факторов карстообразования является современная геодинамика и неотектоника, особенно на участках их высокой геодинамической активности, которая приводит к образованию повышенной трещиноватости пород. В геодинамических активных зонах в условиях техногенной нагрузки городских и промышленных территорий карст развивается особенно сильно [5-8].

Значительная часть территории Самарской области благоприятна для развития карста (рис. 1). Весь геологический разрез выше докембрийских толщ сложен главным образом морскими карбонатными породами, и в периоды морских регрессий здесь происходило карстообразование. Глубина проникновения карстов определяется в первую очередь глубиной вреза долин речной сети [1-4, 9].

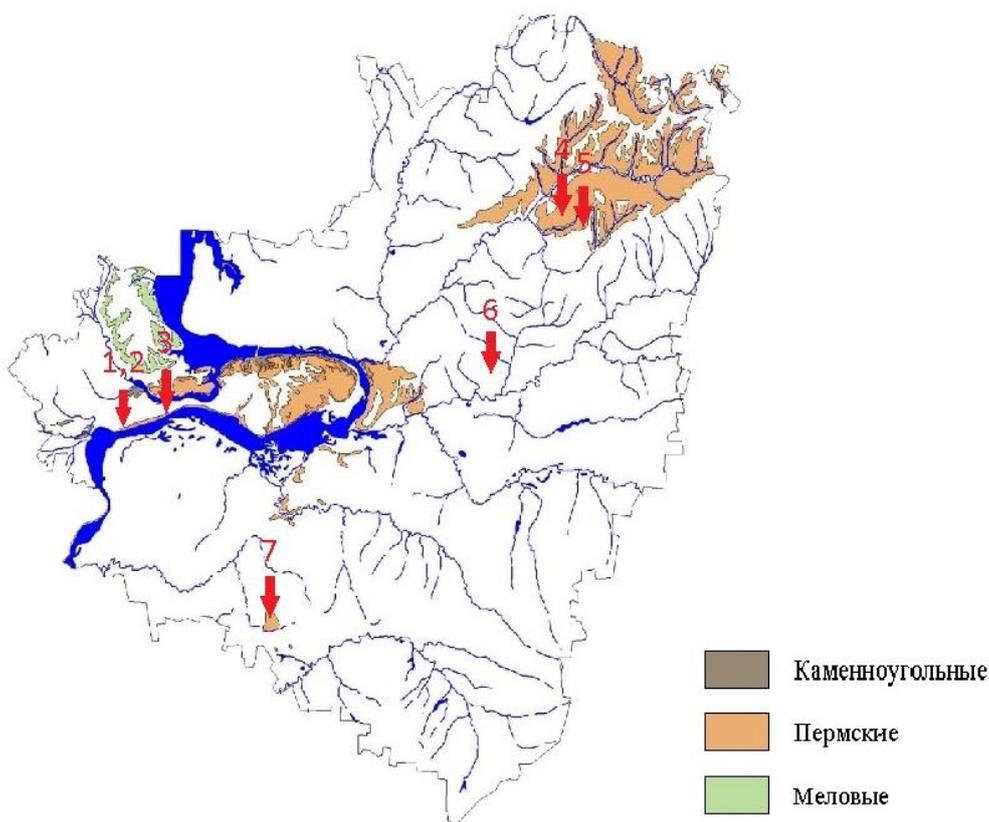


Рис. 1. Поля развития карстующихся отложений на территории Самарской области [2]

Исследования карста Самарской области проводились областной спелеокомиссией (председатель М.П. Бортников), созданной в 1996 г. при региональной общественной организации «Самарский геолог». Ей регулярно выпускаются сборники статей «Спелеология Самарской области» [2, 3].

Эпохи карстообразования и палеокарст. Для палеозойского палеокарста Самарской области выделяется ряд эпох карстообразования – в турнейское, башкирско-московское, сакмаро-артинское, кунгурское и средневерхнепермское время (для западных районов области три последних сливаются в общую пермскую). В мезокайнозойе выделяется триасово-

нижнеюрский палеокарст и эоцен-плиоценовый (доакчагыльский) и плиоцен-четвертичный неокарст.

Эпохи карстообразования подразделяются на этапы. Так, плиоцен-четвертичная эпоха карстов подразделяется на пять этапов: акчагыльский, эоплейстоценовый, бакинский, хазарский, хвалынский. Ей наследует современный карст [3].

Карстовые процессы на поверхности территории Самарской области охватили большие толщи: карбонатный карст весьма характерен для карбона, карбонатно-сульфатный и сульфатный затрагивают гипсы и ангидриты пермского возраста, меловой встречается в мелах маастрихтского возраста.

Карстовые формы

Воронки являются самыми распространёнными формами карстового рельефа в Самарской области. Размеры их различны: диаметр в плане составляет от 5 до 100 м, глубина достигает 20 м. По форме чаще всего встречаются блюдце- и чашеобразные. Карстовые воронки встречаются группами и в одиночку. Воронки, вытянутые в цепочку (поля), часто дают начало образованию оврагов. При повышении уровня грунтовых вод или при заиливании поноров на дне воронок возможно образование карстовых озёр. Их отличительной особенностью является, как правило, непостоянный уровень, вплоть до быстрого исчезновения при возобновлении подземного стока. Так, котловина существовавшего на Самарской луке в начале XX в. оз. Елгуши ныне заполняется водой лишь весной (рис. 2).

Большое количество воронок и карстовых озёр отмечено в районе турбазы «Дубки», Старосемейкино, Новосемейкино, Красной Глинки и др. В районе с. Алексеевка в 1956 г. образовалась воронка глубиной 30 м. Самыми крупными являются воронки диаметром до 150 м и глубиной до 40 м (Сосновая и Шоркина Ямы).

Образование *провалов* происходит чаще всего в пределах карстовых полей, в непосредственной близости от карстовых форм или накладывается на них. Провал, произошедший в 1998 г. в районе с. Водино, в настоящее время имеет форму цилиндра с размерами в плане 5×4 м и глубиной 5 м.

В Самарской области для покрытого сульфатного и карбонатно-сульфатного карста характерны и суффозионно-карстовые провалы. Они наиболее опасны, т.к. могут достигать значительных размеров (25-30 м). Два подобных провала образовались в 1991 и 1994 г. в Красноглинском районе. Первый представляет в плане овал размерами 29×22 м, на дне которого сформировалось карстовое озеро, второй – провальную воронку 17×12 м, заполняемую водой.



Гроты обвально-карстового происхождения на берегу Саратовского водохранилища вблизи пос. Первомайский



Голый карст на волжском склоне. Сызранский р-н, с. Печерское



Проявление карстовой тектоники в карбонатно-сульфатных толщах казанского возраста. Сергиевский р-н, близ д. Студёный Ключ



Центральная часть карстового поля у пос. Троицкое (Безенчукский р-н)



Карстовая воронка п. Серноводск



Карстовый провал 1998 г. у с. Водино (Красноярский р-н)

Рис. 2. Примеры проявления карста в Самарской области [2, 4]

Провалы техногенно-карстового характера происходят в местах деятельности людей и связаны в основном с аварийными утечками из коммуникаций, подъёмом уровня грунтовых вод в результате сооружения водохранилищ. Такие проявления зафиксированы в населённых пунктах Сызрань, Сергиевск, Серноводск, Самара, Алексеевка, Сырейка. Провал максимальных размеров (200×90 м и глубиной 25 м) на территории Самарской области произошел в 60-х годах при заполнении Куйбышевского водохранилища.

На территории Самарской Луки карст представлен воронками и пещерами вблизи сёл Гаврилова Поляна, Бахилова Поляна, Винновка, а также в Аскульском овраге. Карбонатные породы здесь сильно трещиноваты, закарстованы и местами превращены в доломитовую муку. Кроме того, проявления карстов на небольших участках отмечены вдоль р. Сок (населённые пункты или урочища Преображенка, Зелёный, Малиновка, Радаевка, Боровка, Сергиевск), в междуречье рек Самара и Чапаевка (сёла Воскресенка и Каменный Брод), а также рек Чапаевка и Бол. Иргиз (сёла Березовый Гай, Красноармейское, Волчанка, Падовка, Михайло-Овсянка). На Сокско-Самарском междуречье насчитывается более 500 карстовых воронок, расположенных в основном вдоль р. Сок в районе населённых пунктов Старо- и Ново-Семейкино. Участки с линейным развитием карстовых образований отмечены в Клявлинском районе Самарской области (рис. 2).

Карст на территории г. Самары

Карстовые процессы на территории г. Самары особенно развиты в старой черте города и в отдельных прилегающих районах (пос. братьев Кузнецовых, Управленческий, Красная Глинка, Толевый и др.), где есть примеры многочисленных карстовых полостей, провалов и воронок. Кроме того, на территории гор. Самары отдельные воронки, провалы связаны с техногенными карстами. По Самарскому водораздельному склону обособленные карстовые участки расположены в районе лесопарка, между проспектами Юных Пионеров и Карла Маркса, ниже улиц Клиническая и Верхнекарьерная.

В последнее время в связи с резким изменением гидрогеологического режима в регионе отмечается оживление древнего карста и образование карстовых зон, воронок, полостей, пустот. В 1980 г. на объектах промплощадки Красная Глинка произошло оседание поверхности и образование воронки глубиной 7 м. В 1988 г. в пос. Управленческом (ул. С. Лазо) образовался провал глубиной 12 м удлиненной формы в 20 м от девятиэтажного дома. Активизация карста идет за счет повышения агрессивности вод на территории города, длительной откачки подземных вод, обнажения карстующихся пород в процессе строительства, наличия промышленных предприятий с «мокрым производством» и др. Образование современного карста, связанного с вышеназванными условиями, можно отметить в районе пос. Братьев Кузнецовых, пос. Толевый и на других участках, расположенных в средней и нижней части Самарского склона. Кроме подземного карста, здесь можно встретить поверхностные воронки глубиной 0,5-1,0 м, диаметром 10-20 м. В районе пересечения 3-го Карьерного переулка, ул. Луганской в 1986 г. произошел провал размером 8×6 м и глубиной 5 м и образование воронки 3×4 м. В районе ул. Верхнекарьерная в 2009 г. образовался провал глубиной более 20 м.

Заключение

Таким образом, территория г. Самары сильно подвержена образованию интенсивных карстовых процессов, в связи с этим в обязательном порядке необходимо проводить инженерно-геологические изыскания под строительство

[10] всех крупных объектов и проектировать проведение специальных противокарстовых мероприятий.

Библиографический список:

1. Беляев В.А., Карпов Е.Г. Освоение закарстованных территорий // *Жилищное строительство*. 1981, № 3, С. 57-61.
2. Бортников М.П. *Карст Самарской области*. Самара: Самара. гос. техн. ун-т. 2012. Сайт Самарской спелеологической комиссии: <http://samsc.ssu.samara.ru/>
3. Бортников М.П. Палеокарст Самарской области // *Сб.: Спелеология Самарской области*. Вып. 4. Самара, 2007. С. 47-51.
4. Дружинин Г.А., Чечина Н.В., Чикановский С.А. Влияние карстовых процессов на основания зданий и сооружений в Самарском Поволжье. Тольятти, 1992.
5. Копылов И.С. Аэрокосмогеологические методы для оценки геодинамической опасности на закарстованных территориях // *Современные наукоемкие технологии*. 2014. № 6. С. 14-19.
6. Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ на закарстованных территориях Нижегородской области // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016. № 7-2. С. 241-246.
7. 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.
8. 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.
9. Ступишин А.В. *Равнинный карст и закономерности его развития на примере Среднего Поволжья* // Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1967.
10. СП 11-105-97. *Инженерно-геологические изыскания для строительства* // Ч. II. *Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов*.

Ю.А. Килин, И.И. Минькевич, И.М. Тюрина, А.А. Кашеварова
Пермский государственный национальный исследовательский университет

ВЛИЯНИЕ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА РАЗВИТИЕ КАРСТА ЧУСОВСКОГО МЫСА

Рассмотрены особенности изменения условий развития карста Чусовского мыса после строительства плотины Камской ГЭС. Приведено описание и динамика развития Городищенского провала с 1991 по 2018гг. Выполнены гидрохимические исследования поверхностных и подземных вод. Выявлено увеличение ПДК по минерализации и жесткости в скважине для питьевого и хозяйственного водоснабжения, установлены причины техногенеза.

Ключевые слова: Карст, подпор подземных вод, влияние Камского водохранилища.

Yu.A.Kilin, I.I. Minkevich, I.M. Tyurina, A.A. Kashevarova
Perm State University

INFLUENCE OF THE KAMA RESERVOIR ON DEVELOPMENT OF THE KARST OF THE CHUSOVSKY CAPE

Features of change of conditions of development of a karst of the Chusovsky cape after construction of a dam of the Kama hydroelectric power station are considered. The description and dynamics of development of the Gorodishchensky failure from 1991 to 2018 is provided. Hydrochemical researches of surface and underground water are executed. Increase in maximum allowable concentration on a mineralization and rigidity in the well for drinking and economic water supply is revealed, the reasons of a tekhnogenez are established.

Keywords: Karst, subtime of underground waters, influence of the Kama Reservoir

Особенностью Чусовского мыса является расположение его в зоне влияния сливной призмы Камского водохранилища. По данным проф. И.А. Печеркина подпор подземных вод распространился в сторону водораздела на 2-3 км. Исследуемая площадь относится к Полазнинскому району преимущественно гипсового и карбонатно-гипсового карста, здесь наблюдается интенсивная закарстованности в зоне контакта карстующихся карбонатных и сульфатных отложений [2-4]. Плотность карстовых провалов на отдельных участках достигает 100 шт./км², на водораздельных участках 10-20 шт./км².

Карстующиеся породы исследованного района характеризуются интенсивной трещиноватостью. Преобладающее направление тектонических трещин в обнажениях пород – СВ 50° и СЗ 320°. Эта генетическая группа трещин играет основную роль в карстообразовании, что подтверждается развитием поверхностных карстовых форм (овраги, цепи воронок, озера). Карстовый провал в д. Городище, образовавшийся в 1991 г. в мергелях соликамского и сульфатных породах иренского горизонтов, находится между

карстовыми озерами, расположенными по линии СВ 50° (рис.1, 2). Направление развития подземной части провала – СЗ 325° [6].

В районе Чусовского мыса выделены зоны поверхностной, вертикальной нисходящей, переходной циркуляции, (колебания уровня карстовых вод), горизонтальной, глубинной и поддолинной циркуляции подземных вод. Наибольшей активности карстовый процесс достигает в зонах переходной и горизонтальной циркуляции. Особенно интенсивно растворение происходит в переходной гидродинамической зоне, здесь наблюдается насыщение массива пресными водами способными активно растворять карбонатные и сульфатные отложения [8, 10].

Городищенский карстовый провал, глубиной 27 м образовался в зоне переходной циркуляции подземных вод (рис. 1-3).



Рис. 1. Заросшее карстовое озеро



Рис. 2. Карстовое озеро со сплавиной



Рис. 3. Городищенский карстовый провал 2006, 2018 гг.

Внезапное обрушение перекрывающих отложений свидетельствовало о наличии на глубине крупной карстовой полости. Первоначально весной 1991 г. провал представлял собой шахту с входным отверстием почти овальной формы поперечным сечением 2,8-1,7 м [5, 11]. На глубине провал заканчивался округлым гротом диаметром 13 и высотой 8 м. Стенки провала и видимая часть

грота сложены мергелями соликамского горизонта. На дне провала образовалась осыпь, представленная обломками коренных пород. Образование провала началось с просадки перекрывающих терригенно-карбонатных соликамских отложений. Угол наклона этих пород в нижней части колодца составлял 20-30°. Обрушение пород по системам трещин отседания и напластования обусловило характерную ступенчатость стенкам провала и потолку грота.

Вследствие высокой устойчивости пород, слагающих стенки, диаметр провала сначала изменялся незначительно [12]. После 1994 г. скорость отступления стенок провала возросла до 0,9-1 м/год (табл. 1).

Таблица 1

Эволюция Городищенского провала (1991 – 2018 гг.)

Дата обследования	Длина, м	Ширина, м	Глубина, м	Скорость отступления стенок, м/год
20.06.1991	2,8	1,7	27	
22.05.1994	3,2	2,5	27	0,2
21.06.2001	11,0	7,0	20	0,9
23.05.2006	16,2	11,6	7	1,0
25.09.2018	16,7	15,2	3*	0,3

Примечание: * карстовый провал засыпан бытовым мусором

В 2006 г. видимая глубина провала уменьшилась до 7 м в связи с обвалом массы породы и захлалмением дна бытовым мусором. К 2018г провал оказался практически полностью засыпан бытовым мусором (рис.3).Предполагаемый первоначальный объем полости, возникшей в сульфатных породах иренского горизонта, составил 1200 м³. Формирование полости обусловлено высокой растворимостью сульфатных и карбонатных пород [6, 7]. Высокая растворяющая способность подземных вод иренского водоносного горизонта, дефицит сульфатонасыщения способствовали развитию карстового провала. Также ускорению развития карстового процесса способствовало поступление в водоносные горизонты пресной воды из водохранилища в паводковый период.

В сентябре 2018г. было проведено гидрохимическое опробование подземных и поверхностных вод в районе провала. Отобраны пробы из родников в д. Городище (родник около церкви) и пос. Пальники, карстового озера-болота в д. Городище и эксплуатационной гидрогеологической скважины с глубины 50,0м (табл. 2). Поверхностные воды озера-болота по химическому составу SO₄ – HCO₃ – Ca с минерализацией 2,049 г/дм³. Воды родников приуроченных к соликамскому горизонту HCO₃ – SO₄ – Ca с минерализацией от 0,505 до 0,582 г/дм³; вода из скважины с глубины 50,0м иренского горизонта SO₄ – HCO₃ – Ca с минерализацией 2,369 г/дм³. Вода в гидрогеологической скважине используемой для хозяйственно-питьевого водоснабжения незначительно превышает ПДК по минерализации и жесткости в результате загипсованности разреза; отмечено также повышенное содержание NO₃ до 20,2 мг/дм³(табл. 2, рис.4).

Таблица 2

Место отбора	Родник д. Городище	Карстовое озеро-болото	Скважина гл.50,0м	Родник д.Пальники
NO ₃ , мг/дм ³	15,5	0,2	20,2	7,71
Cl, мг/ дм ³	12,8	16,9	15,6	4,3
SO ₄ ,мг/ дм ³	27	1163	1389	43,2
HCO ₃ , мг/ дм ³	286	265	275	337
NH ₄ ⁺ , мг /дм ³	0,5	0,5	0,5	0,5
K ⁺ , мг/ дм ³	0,5	8,5	1,2	0,6
Na ⁺ , мг/ дм ³	4,4	9,5	8,8	4,4
Mg ⁺ , мг/ дм ³	5,6	36,7	37,1	10,6
Ca ⁺ , мг/дм ³	97,6	451	545	105,3
Минерализация, г/дм ³	0,505	2,049	2,369	0,582

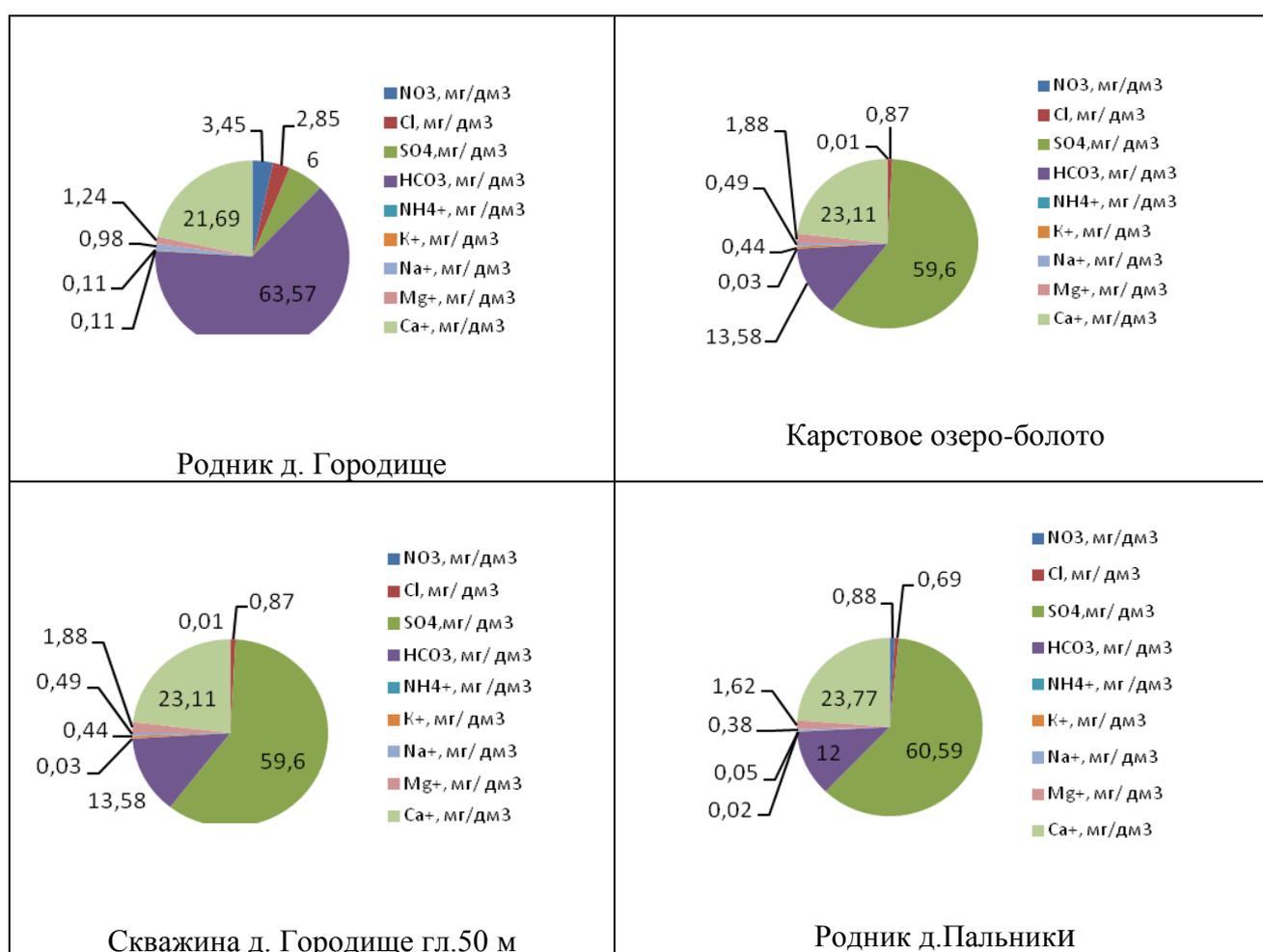


Рис.4. Диаграммы процентного содержания анионов и катионов в пробах воды

И.А. Печеркин (1969) выделил в условиях водохранилища водораздельной и прибрежной режимы подземных вод. В водораздельной части основную роль играют атмосферные осадки, которые по мере их инфильтрации растворяют карстующиеся породы. На Чусовском мысе в мергелях и песчаниках сформировался «подвешенный» по отношению к

иренскому локальный слабоводоносный соликамский горизонт. Водоупором являются аргиллиты соликамского горизонта. Разгрузка «подвешенного» горизонта происходит в виде родников (родник в д.Городище, родник в д. Пальники) или в виде перетока в нижележащий иренский горизонт. При прибрежном режиме на карстующиеся породы влияют также атмосферные осадки и агрессивные воды водохранилища (рис.5).

В связи с тем, что Чусовской мыс находится в зоне подпора Камского водохранилища, поднятие уровня воды в водохранилище вызывает явления, подобные тем, которые наблюдаются при опускании земной коры. Если в природной обстановке этот процесс протекает десятки тысяч лет, то при создании водохранилища поднятие уровня воды происходит в геологическом масштабе времени мгновенно. Колебание уровня Камского водохранилища составляет более 10,0м, при этом уменьшается мощность зоны вертикальной циркуляции за счет увеличения зоны горизонтальной. Анализ материалов бурения на берегах рек, сложенных растворимыми породами, показывает, что речные воды в периоды высокого стояния уровня проникают в береговые массивы и растворяют их[1,9]. Формируются обвальное-карстовые отложения (карстовая брекчия), обычно окаймляющие прибрежную полосу закарстованного массива (рис. 5).



Рис. 5.Схематический геологический разрез Чусовского мыса

Итак, развитие карста при наличии слабоминерализованных вод наиболее активно происходит на контактах пород различного литологического состава, в данном случае песчано-мергелистой и гипсоангидритовой толщ. При этом гидрокарбонатные воды сменяются сульфатными.

Вследствие влияния агрессивных пресных вод Камского водохранилища, карстовый процесс активизируется, что снижает степень устойчивости закарстованной территории. В соответствии с СП 11-105-96 часть II район

относится к категории ПБ с интенсивностью карстовых провалов от 0,1 до 1 км² в год с диаметром от 10 до 20 метров.

Химический состав подземных вод иренского горизонта в гипсоангидритовых массивах довольно резко изменяется как во времени, так и в пространстве, но в зоне постоянного водонасыщения он остается практически стабильным. Химический состав «подвешенного» локального слабоводоносного соликамского горизонта зависит от загипсованности геологического разреза, и содержит, как правило, маломинерализованные воды.

Особенно интенсивен процесс растворения в условиях переменного подпора вод водохранилища и насыщения массива пресными поверхностными агрессивными водами.

Наряду с интенсивным развитием карста происходит метаморфизация подземных вод (увеличивается их минерализация, жёсткость, наблюдается повышенное содержание нитратов).

В карстовой котловине Чусовского мыса д.Городище образовалось озеро-болото с водой повышенной минерализации и высоким содержанием сульфатов – это указывает как на техногенное загрязнение вод озера, так и подпитку субаквальными родниками сульфатных вод иренского горизонта.

Библиографический список

1. Абдрахманов З.Ф., Мартин В.И., Попов В.Г., Рождественский А.П., Смирнов А.И., Травкин А.И. Карст Башкортостана. Уфа, 2002. 120 с.
2. Горбунова К.А. Карст приустьевой части р. Чусовой // Учен. зап. Перм. 1965. № 2. С. 59-70.
3. Горбунова К.А. Морфология и гидрогеология гипсового карста. Пермь, 1979. 95 с.
4. Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г. Карст и пещеры Пермской области. Пермь, 1992. 200 с.
5. Инженерно-геологические изыскания для строительства. СП-11-105-97. М. 1997
6. Килин Ю.А., Минькевич И.И. Карст Чусовского мыса Камского водохранилища. Пермь, 2006. С. 91-94.
7. Лукин В.С., Ковалев В.Ф. Особенности литогенеза в области сульфатоносных отложений // Закономерности формирования и распределения подземных вод: (Тр. Ин-та геол. УФАН СССР), 1965. № 76. С. 319-338.
8. Максимович Г.А. Основы карстоведения. Т. 1. Пермь, 1963. 445 с.
9. Назаров Н.Н. Карстовые берега Камского водохранилища: распространение, интенсивность переработки, классификация // Карстоведение – XXI век: теоретическое и прикладное значение. Материалы международного симпозиума. Пермь, 2004. С. 122-130.
10. Печеркин И.А. Геодинамика побережий Камских водохранилищ. Часть II. Геологические процессы. Пермь, 1969. 308 с.
11. Тюрина И.М., Минькевич И.И., Пономарев А.Б. Условия развития карстового провала на Чусовской стрелке Камского водохранилища // Карстовые провалы: Тез. докл. юбил. конф. посвящ. 80-летию В.С. Лукина. Екатеринбург, 1994. С. 86-87
12. Тюрина И.М., Минькевич И.И., Килин Ю.А., Баталов А.С. Условия развития карста Чусовского мыса Камского водохранилища // Гидрогеология и карстоведение: Межвуз. сб. науч. тр. Пермь, ун-т. Пермь, 2006. Вып.16. С.253-258.

ОСОБЕННОСТИ СВОЙСТВ КАРСТУЮЩИХСЯ ПОРОД КРАСНОЯСЫЛЬСКОГО УЧАСТКА

Рассмотрены физико-механические свойства грунтов карстующихся пород на участке магистрального газопровода Ужгородского коридора на 1646-1648км у с.Красный Ясыл Ординского района Пермского края.

Ключевые слова: свойства грунтов, карстующиеся породы, Пермский край.

E.Y. Kilina

Perm State University

FEATURES OF PROPERTIES BREEDS OF KARST BY THE KRASNOYASYLSKY ARIA

Physicomechanical properties of soil breeds of karst are considered on the aria of the main gas pipeline of the Uzhhorod corridor on 1646 – 1648 km nearby Red Yasyl village by Ordinsky district of Perm Krai.

Keywords: properties of soil, breeds of karst, Perm Krai.

Введение

Карстовые процессы существенно осложняют строительство и эксплуатацию инженерных сооружений и коммуникаций, в том числе и магистральных газопроводов.

Примером магистральных газопроводов, находящихся под разрушительным воздействием карста, служат шесть ниток магистральных газопроводов Ужгородского коридора диаметром 1420мм, пересекающих в Прикамье массив карстующихся пород на протяжении 600 км (рис.1). Карстующиеся породы этих районов представлены известняками, доломитами, гипсами, ангидритами, каменной и калийной солями [1].

Магистральные газопроводы являются жесткими конструкциями, образующими совместно с вмещающими их породами очень своеобразные и уязвимые по отношению к деформациям системы.

Методика исследований

Для минимизирования аварийных ситуаций на магистральных газопроводах была разработана методика проведения карстологических исследований [4]. В рамках геологического мониторинга, включающего в себя на этапе сбора и анализа фактического материала, бурение скважин с отбором

решения специфических задач: оценке гидрогеологических условий развития карста, определение суффозионных свойств, выноса заполнителя из карстовых полостей и трещин, изучение токситропных свойств песчаных грунтов и карбонатной муки [11].

Минерало-петрографические исследования и изучение химического состава горных пород проводится с целью оценки способности горных пород к растворению подземными водами, в том числе с учетом их техногенного загрязнения, а также для уточнения литолого-стратиграфического расчленения карстующейся толщи и покрывающих отложений.

При необходимости проводятся экспериментальные лабораторные исследования, включая моделирование. Проведение опытов моделирования и получение результатов данных работ требуют использования специальных методик, технологий и экспериментального оборудования.

Геоморфологические особенности исследуемого участка

Рассматриваемый участок, по которому проходит магистральный газопровод Уренгой-Ужгород (1646–1648км) располагается вблизи от с. Красный Ясыл Ординского района Пермского края.

В геоморфологическом отношении приурочен к междуречью р. Кунгур и р.Ирени. Рельеф участка имеет характерную карстово-денудационную поверхность рассеченную серией логов субмеридианального простираения (рис. 2).



Рис. 2. Карта-схема исследуемого района, масштаб 1:25 000

В целом, рельеф участка обусловлен геолого-структурными особенностями территории, интенсивностью и направленностью

неотектонических движений, литологическим составом пород, выходящих на поверхность.

Участок характеризуется высокой степенью закарстованности и распространением карстовых форм как подземных, так и поверхностных.

По районированию Горбуновой К.А [3, 6] рассматриваемая территория относится к Иренскому району преимущественно гипсового и карбонатно-гипсового карста.

Еще до строительства в 1984-1985 гг. на подготовленных, спланированных участках трасс магистральных газопроводов, по данным В.П. Костарева, отмечалась высокая плотность карстовых воронок 130-250 шт. на км². Позднее, по данным карстологической съемки (материалы «Пермгипроводхоз») 1994 – 1997 гг. плотность поверхностных карстовых форм достигла 213-2740 шт. на км², при диаметре воронок от 3,4 до 30,9м [8-10]. В настоящее время также наблюдается высокая степень активизации карста. Поверхностные карстовые образования выявлены как в новых местах, так и на ранее засыпанных (затампонированных) воронках.

Местами в карстовых воронках наблюдались обнаженные трубы газопроводов с просадкой грунта под ними на 2,0-3,0м (рис.3).



Рис. 3. Обнажение трубы магистрального газопровода в карстовой воронке

Длина аварийно опасных участков, подверженных интенсивной закарстованности, составляет порядка 7,0 км (23% протяженности трассы газопровода в пределах Красноясыльского поля).

Особенности геологического строения исследуемого участка

Рассматриваемая территория в геологическом отношении сложена сульфатно-карбонатными и терригенными породами палеозоя, представленными карстующимися отложениями иренского и соликамского горизонтов. С поверхности коренные отложения перекрыты чехлом четвертичных и неоген-четвертичных образований. Территория характеризуется повышенной неотектонической активностью и различной степенью трещиноватости пород [5, 6].

Ниже представлено геологическое строение участка (снизу-вверх) [8-10]:

Коренные грунты иренского горизонта кунгурского яруса пермской системы -P₁kg_{ir}:

- туюнская терригенно-карбонатная пачка, представлена локально сохранившимися глыбами известняков, доломитов и песчаников, мощностью до 4,6-7м;

- демидковская сульфатная пачка, сложена пачками гипсов и ангидритов, мощностью 13,0-14,0м;

- елкинская пачка, сложена доломитами и доломитизированными известняками тонкозернистыми, массивными, мощностью до 4,5м;

- шалашнинская пачка, представлена ангидритами с прослоями доломитов, мощностью до 14,0м.

Коренные грунты соликамского горизонта уфимского яруса пермской системы – P₂u_{sl}, представлены:

- песчаником мелкозернистым на глинистом цементе, с прослоями алевролита, мощностью 4,6-5,1м.

Отложения верхнего отдела четвертичной системы -Q_{III}:

- обвальнo-карстовые образования неоген-четвертичного возраста (N-Q), представлены глинистым материалом с дресвой, щебнем и глыбами коренных пород. Обломочный материал со следами переработки – выщелоченность, кавернозность, окатанность. Мощность отложений 1,0-5,0м;

- элювиальные и элювиально-делювиальные отложения (eQ и edQ) представлены глинами и суглинками полутвердыми и тугопластичными, с дресвой известняка до 25%, мощностью 0,7-2,6м.

Разрез по рассматриваемому участку приведен на рис. 4.

Нижняя граница интенсивно закарстованных гипсов и ангидритов иренского горизонта определяется особенностями геологического строения исследуемой территории, трещиноватостью горных пород, а также положением местного базиса эрозии (р. Ясыл). В нижнем течении р.Ясыл, согласно карстологическому обследованию, карстовые полости встречаются на глубине 15-20 м ниже подошвы аллювия.

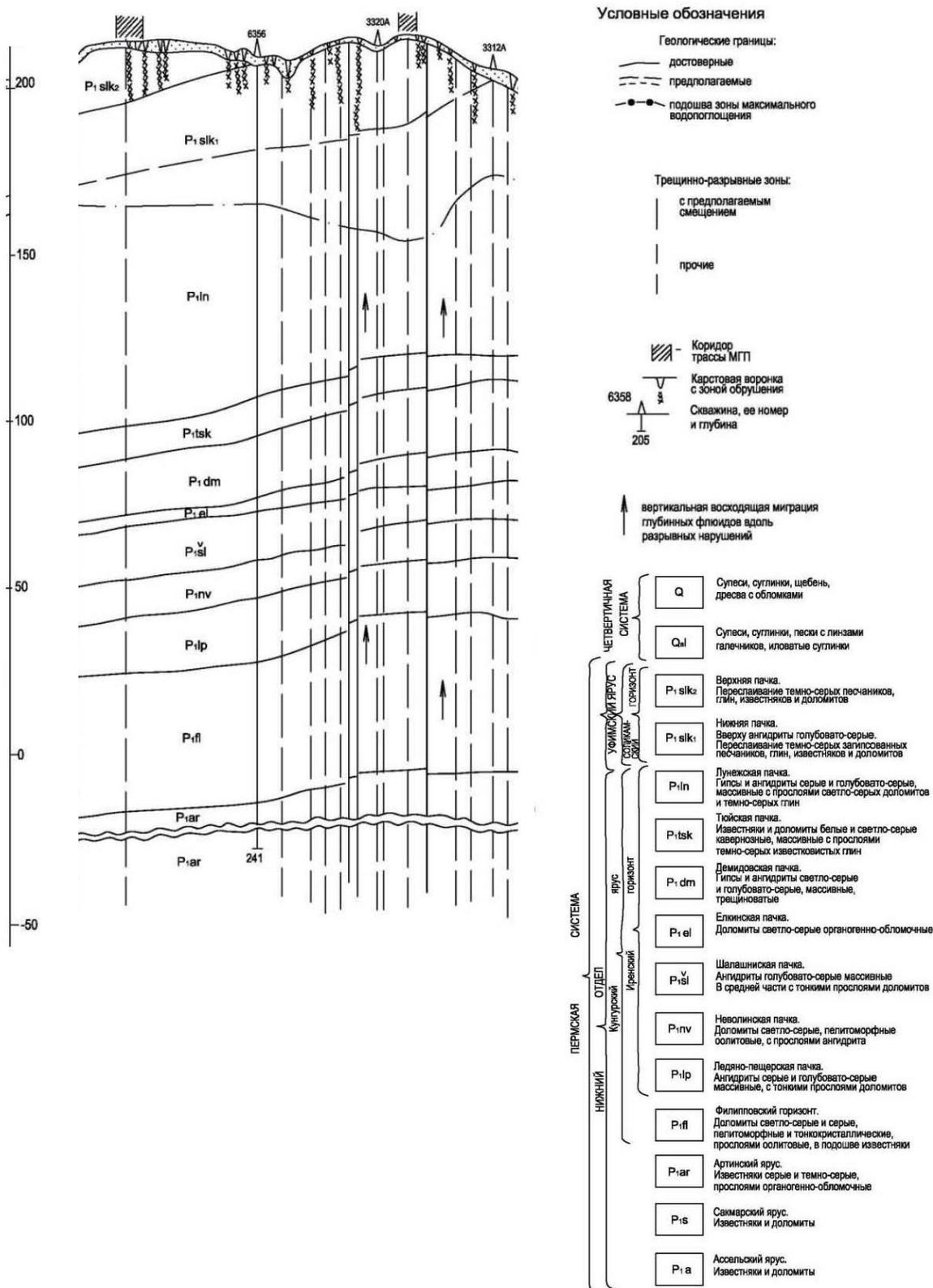


Рис. 4. Инженерно-геологический разрез Красноярского участка

В перекрывающих терригенных породах соликамского горизонта (алевролиты, песчаники) вскрыты полости, имеющие глубину 0,3-5,5м. Они образованы при обрушении пород и суффозионных процессов в нижележащие полости гипсов и ангидритов иренского горизонта. По форме эти полости совпадают с нижележащими или напоминают «органные трубы» диаметром

2-3 м. Подобные образования неоднократно наблюдались при ремонтных работах труб магистральных газопроводов. Мощность подземной закарастованной зоны составляет в среднем около 10м.

Особенности свойств грунтов исследуемого участка

На исследуемом участке магистрального газопровода Ужгородского коридора на 1646 – 1648км у с.Красный Ясыл с 1995 года «Пермгипроводхоз» [8-10] проводился комплекс исследований физико-механических и водно-физических свойств грунтов в соответствии с действующими ГОСТами. Были опробованы элювиально-делювиальные четвертичные и неоген-четвертичные отложения, верхняя сильновыветрелая толща терригенных грунтов. Лабораторные исследования проводились с целью определения физических свойств грунтов (их влажности, плотности, пористости, степени водонасыщения, коэффициентов фильтрации и др.). Механические свойства грунтов (модуль деформации, сцепление и угол внутреннего трения) определялись для четвертичных отложений и верхней толщи сильновыветрелых коренных отложений. Для коренных отложений определялся предел прочности на одноосное сжатие, коэффициент их выветрелости, а также прочностные характеристики на растяжение и сжатие, выполнялся термический анализ и содержание растворимых солей, открытая пористость пород.

В таблицах 1-2 приведены усредненные основные показатели физико-механических свойств грунтов исследуемого участка.

Таблица 1

Показатели физико-механических свойств грунтов
Красноясыльского участка

Показатели физико-механических свойств грунтов	Глина (edQ)	Суглинок (edQ)	Суглинки с щебнем (N-Q)	Супеси с щебнем (N-Q)	Алеврит, песчаник сильно выветрелый (P _{2u_{sl}})
Естественная влажность, д.ед.	0,24	0,22	0,15	0,21	0,13
Плотность грунта, г/см ³	1,97	1,96	2,06	1,70	2,05
Коэффициент пористости, д.ед.	0,70	0,68	0,52	0,95	0,52
Степень влажности, д.ед.	0,9	0,88	0,81	0,61	0,735
Коэффициент фильтрации, м/сут	0,0034-0,005	0,015-0,0061	0,5	0,36	0,06
Модуль деформации, МПа	15	8	5	10	20
Сцепление, кПа	40	45	10	8	10
Угол внутреннего трения, град	22	35	38	31	38

Показатели физико-механических свойств активно карстующихся гипсов и ангидритов Красноясыльского участка

Показатели физико-механических свойств грунтов	Гипс ($P_{1kg_{ir}}$)	Ангидрит ($P_{1kg_{ir}}$)
Плотность грунта, г/см ³	2,27	2,71
Предел прочности на одноостное сжатие в водонасыщенном состоянии, МПа	11	88
Коэффициент выветрелости, д.ед.	0,71	0,97

По результатам лабораторных исследований Красноясыльского участка было установлено, что изменение характеристик грунтов неравномерно и в плане и по глубине.

Также по материалам исследований было выявлено, что фильтрационные свойства элювиально-делювиальных глинистых грунтов различны в зависимости от их геоморфологического расположения. Суглинки приуроченные к логам, как правило, имеют низкие значения коэффициента фильтрации, суглинки залегающие выше эрозионных врезов, в зонах вертикальной нисходящей фильтрации имеют высокие значения коэффициента фильтрации.

Элювиально-делювиальные глины [2] относятся к неводопроницаемым грунтам; элювиально-делювиальные и сильновыветрелые терригенные отложения (песчаники, алевролиты) – к слабоводопроницаемым; карстово-обвальными отложения – к водопроницаемым.

Выводы

Таким образом, обвально-карстовые отложения исследуемого участка относятся к хорошо водопроницаемым грунтам. Занимая в разрезе маломощные, но частые прослои, эти отложения, играя роль проводников, существенно влияют на процесс карстообразования.

Следует также отметить, что наибольшая плотность воронок на исследуемой территории приурочена к склонам логов, характеризующихся близким залеганием и выходом на дневную поверхность карстующихся гипсов, с маломощными прослоями карстово-обвальных отложений.

Библиографический список

1. Гаев А.Я. Килин Ю.А. и др. Карстологические исследования аварийных участков трассы магистральных газопроводов ООО «Пермтрансгаз» в Добрянском, Кишертском, Ординском, Кунгурском районах Пермской области. Научно-технический отчет. Пермь, 2003. Фонды института «Пермгазпроводхоз».
2. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация (с поправкой).
3. Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г. Карст и пещеры Пермской области. Пермь: ПГУ, 1992.
4. Килин Ю.А., Килина Е.Ю. Методы карстологических исследований на трассах магистральных газопроводов // Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность. Сборник научных статей по материалам Международной научно-

практической конференции, посвященной 40-летию кафедры инженерной геологии и охраны недр Пермского университета. Пермь, 14-15 ноября 2017. Пермь, 2018. С.188-198.

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

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. Отчет о проведении работ по созданию стационарного инженерно-геологического полигона для отработки системы противокарстовой защиты проведения карстомониторинга на магистральных газопроводах Ужгородского коридора на 1648-1653км «Пермтрансгаз». Пермь, 1998. Фонды института «Пермгипроводхоз».

9. Технический отчет: «Диагностическое обследование карстоопасных участков магистральных газопроводов ООО «Газпром трансгаз Чайковский». Том 2. МГ Ужгородского коридора, Ду 1420, участок 1646-1648км (полигон Красный Ясыл), Бардымское ЛПУ МГ». Пермь, 2010. Фонды института «Пермгипроводхоз».

10. Технический отчет: «Диагностическое обследование карстоопасных участков газопроводов ООО «Газпром трансгаз Чайковский (Бардымское ЛПУ МГ)». Пермь, 2017. Фонды ООО «ИТЦ- «ТЕКФ».

11. ТСН 22-308-98 НН Инженерные изыскания, проектирование, строительство и эксплуатация зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области. Нижний Новгород, 1999.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ЮГО-ЗАПАДЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ (НА ПРИМЕРЕ БЕЛЯЕВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

Рассмотрены факторы формирования инженерно-геологических условий нефтяного района на юго-западе Пермского края. Проведены инженерно-геологические и аэрокосмогеологические изыскания на Беляевском нефтяном месторождении. Изучены инженерно-геологические условия, влияющие на разработку и инфраструктуру месторождения. В результате инженерно-геологического районирования территория разделена на 8 инженерно-геологических участков, которые ранжированы на 3 класса по степени инженерно-геологической сложности. Примерно 15 % территории находится в неблагоприятных инженерно-геологических условиях. Наиболее опасные участки наблюдаются в местах пересечения трассы нефтепровода с крупными линейными элементами.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, инженерно-геологические и аэрокосмогеологические изыскания, Беляевское нефтяное месторождение.

I.S. Kopylov, D.A. Zaripova

Perm State University

ENGINEERING AND GEOLOGICAL CONDITIONS IN THE SOUTHWEST OF THE PERM REGION (ON THE EXAMPLE OF BELYAEVSKOE OIL FIELD)

Factors of formation of engineering-geological conditions of oil bearing district in the Southeast of Perm Krai are considered. Engineering and geological surveys at the Belyayevsky oil field were carried out. The engineering-geological conditions influencing the development and infrastructure of the deposit have been studied. Geotechnical and aerospace geological surveys were carried out at the Belyaevskoye oil field. Engineering geological conditions affecting the development and infrastructure of the field have been studied. As a result of engineering-geological zoning, the territory is divided into 8 engineering-geological areas, which are ranked into 3 classes according to the degree of engineering-geological complexity. Approximately 15% of the territory is located in adverse geotechnical conditions. The most dangerous areas are observed at the intersection of the pipeline route with large lineaments.

Keywords: engineering-geological conditions, geotechnical and aerospace geological surveys, Belyaevskoye oil field.

Введение

В южной части Пермского края расположено большое количество месторождений нефти. Инфраструктура их территорий интенсивно развивается, увеличивается число нефтепроводов. Периодически возникают аварии на нефтепроводах техно-природного характера и связанные с ними экологические проблемы [16, 17].

Для обоснования проектной подготовки строительства зданий и сооружений на нефтяных месторождениях, для предотвращения на них аварий при дальнейшей эксплуатации, загрязнения окружающей среды, необходимо проведение инженерно-геологических изысканий в комплексе с аэрокосмогеологическими исследованиями, а также необходим общий региональный инженерно-геологический анализ, оценка территории по степени сложности инженерно-геологических условий. Особое внимание необходимо уделять изучению глубинных процессов, которые, как правило, изучаются недостаточно при проведении инженерных изысканий.

Объектом изучения является геологическая среда в районе **Беляевского нефтяного месторождения (БНМ)**, предметом – закономерности и особенности формирования инженерно-геологических условий нефтяного месторождения.

Цель работы: комплексная оценка и районирование инженерно-геологических условий Беляевского нефтяного месторождения.

Основные задачи:

- анализ и оценка инженерно-геологических условий территории БНМ на основе проведенных изысканий;
- районирование по степени сложности инженерно-геологических условий района трассы нефтепровода;
- оценка влияния тектонической трещиноватости на физико-механические свойства грунтов.

Беляевское нефтяное месторождение расположено в Оханском муниципальном районе Пермского края, в 35 км южнее Оханска и в 60 км юго-западнее Пермь (рис. 1). Месторождение открыто поисковой скважиной №52, пробуренной в 1998 г. ЛУКОЙЛ-Пермь. Всего на месторождении пробурены 4 поисковые скважины. Месторождение эксплуатирует с 20.06.2016 компания «РИД Ойл-Пермь», которая входит в ООО «Разведка инновация добыча ойл». Размер участка составляет 21,3 кв. км, запасы – 257 тыс. т, предварительно оцененные запасы – порядка 1,5 млн т нефти [20]. Разработка месторождения вызывает экологические проблемы в районе, связанные с загрязнением окружающей среды, поэтому для предотвращения негативных экологических последствий требуется проведение комплексного инженерно-геологического изучения.

Инженерно-геологическая изученность

По инженерно-геологическим условиям территория в целом изучена слабо. Проводились различные геолого-геофизические исследования, в основном – с середины XX – начала XXI вв. К основным исследованиям можно отнести государственную гидрогеологическую съемку масштаба 1:500 000 листа О-40-XX (Сылвинская ГПП), геоэкологические и инженерно-геологические исследования и картографирование масштаба 1:500 000 (ФГУП Геокарта-Пермь, ПГНИУ – Копылов, 2001ф; Копылов, Коноплев и др., 2008ф и др.) [13], изысканий различных объектов. ООО НИПППД «Недра» проводило инженерные изыскания трассы нефтепроводов и ВЛ 10 кВ на различных участках месторождения [18].

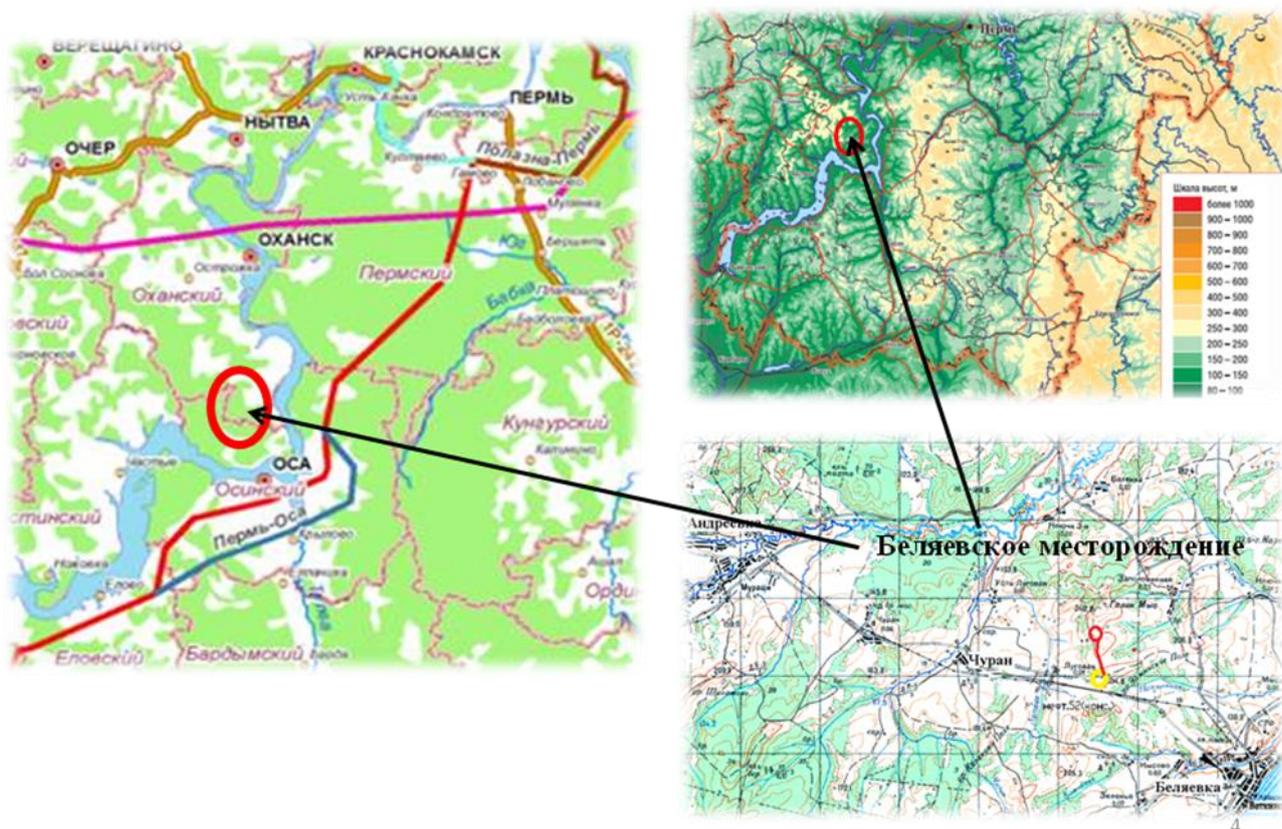


Рис. 1. Обзорные схемы района работ

Основные методы исследований

Методика изысканий и объемы работ соответствовали установленным нормативным документам [1 и др.]. Инженерно-геологические изыскания проводились с целью определения и уточнения геологического строения, литологического состава, физико-механических и коррозионных свойств грунтов, гидрогеологических условий, выявления неблагоприятных физико-геологических процессов и явлений. Состав и объемы изыскательских работ соответствуют стадии «проектная и рабочая документация». Основные виды работ: рекогносцировочное и маршрутное обследование; буровые и горнопроходческие работы; опробование грунтов и воды; лабораторные работы [2]. Комплекс аэрокосмогеологических исследований и комплексного анализа (АКГИ) выполнен по методикам И.С.Копылова [5-10, 12].

Природно-геологические факторы формирования инженерно-геологических условий

По физико-географическому районированию территория расположена в пределах Предуральской равнины и характеризуется холисто-увалистым рельефом, на правом берегу р. Кама (Воткинское водохранилище). Климат района континентальный, с холодной продолжительной зимой, теплым, но сравнительно коротким летом, ранними осенними и поздними весенними заморозками. Преобладают подзолистые и дерново-подзолистые почвы, а также почвы овражно-балочного комплекса. В геологическом строении в верхней части земной коры принимают участие терригенные породы среднего отдела

пермской системы (белебеевской свиты), перекрытые маломощным слоем делювиальных, элювиально-делювиальных и аллювиальных образований [3, 4, 10, 13] (рис. 2).

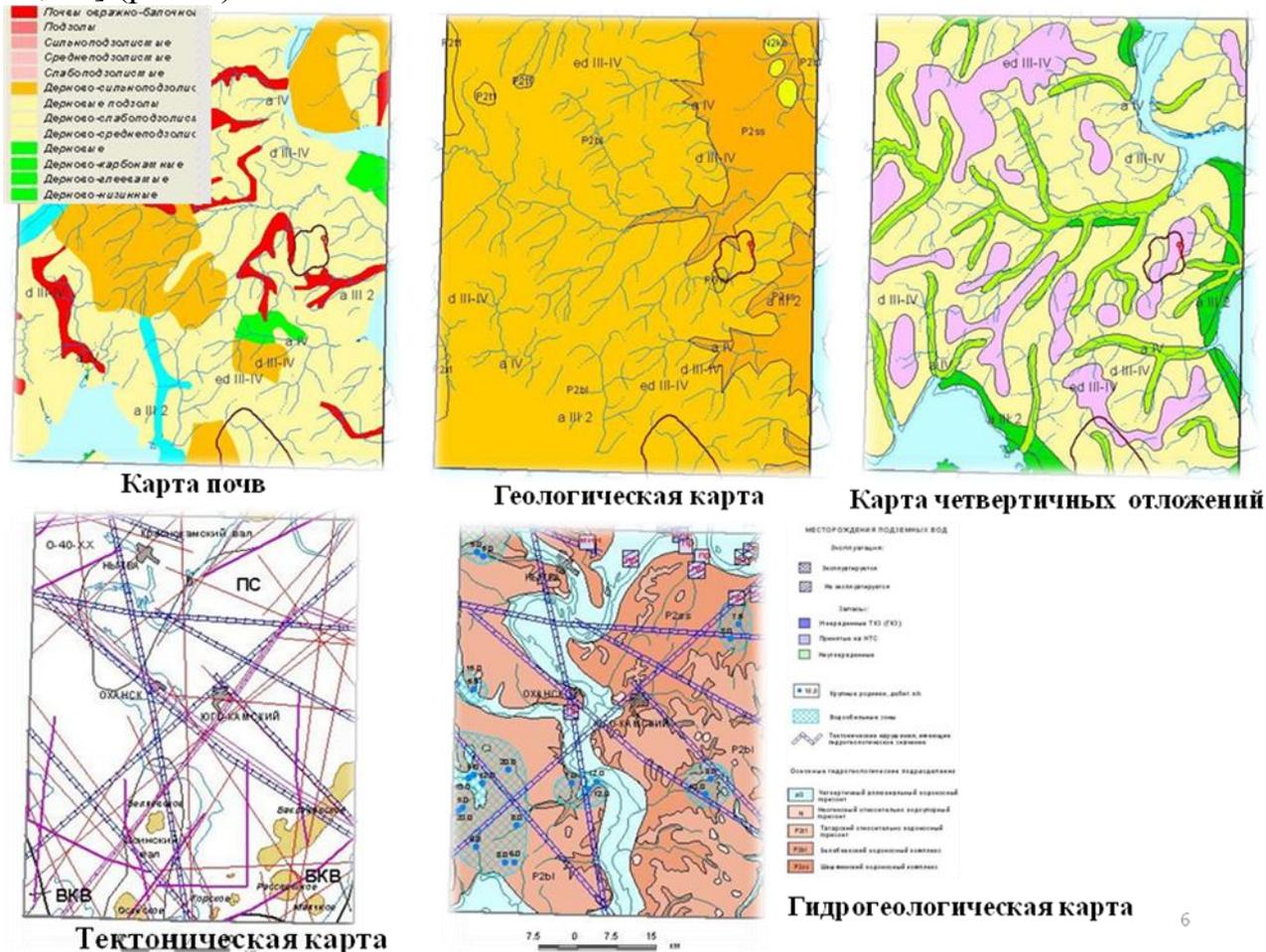
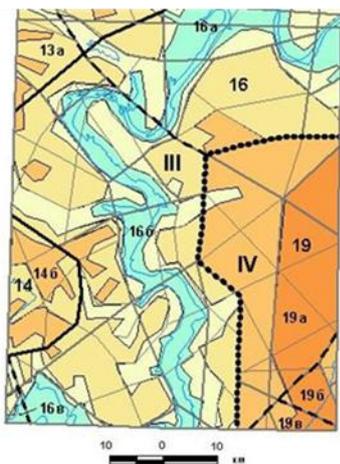
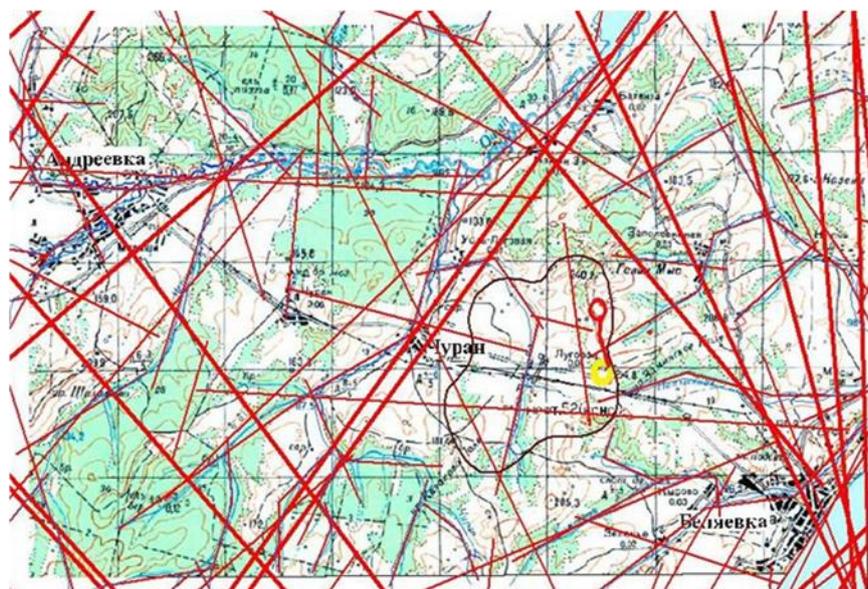


Рис. 2. Основные карты геологической среды района Беляевского месторождения (по материалам ФГУП «Геокарта-Пермь, ПГНИУ» и др.)

В тектоническом отношении территория расположена на восточной окраине Восточно-Европейской платформы, в южной части Пермского свода, в северной оконечности Осинского вала, Беляевском куполе. Осинский вал прослеживается в породах до подошвы среднедевонских отложений и имеет меридионально вытянутую форму [11]. По неотектоническому районированию район расположен в пределах Вятско-Камского геоблока, Камского мегаблока, Нижнекамского макроблока, характеризуется различной геодинамической активностью – от низкой до высокой, что обуславливает различную степень тектонической трещиноватости. По материалам аэрокосмогеологических исследований выделяется несколько крупных зон тектонических и неотектонических линеаментов с главными диагональными системами, обусловленные повышенной геодинамической активностью района (Осинская и Тулвинская геодинамические активные зоны), которые могут осложнить работу действующих и проектируемых нефтегазопроводов в данном районе [15] (рис. 3).



Карта неотектонических блоковых структур



Карта неотектонических линейментов района Беляевского месторождения (И. С. Копылов, 2008, 2012, 2018)



Рис. 3. Карты неотектонических блоковых структур и линейментов района БНМ

Инженерно-геологические условия

В инженерно-геологическом отношении район БНМ расположен в пределах Восточно-Европейской платформы (регион I порядка), Волго-Уральского региона (II порядка), в инженерно-геологическом районе Среднекамской низменной равнины в области денудационной равнины Среднего Прикамья [3, 11] (рис. 4).

Инженерно-геологические формации представлены отложениями белебеевской свиты (P_2^{bl}), относятся к терригенной подформации средней перми. Мощность свиты в среднем составляет 50–80 м, не превышая 130 м. Из геолого-генетических комплексов наиболее широко распространены два комплекса: элювиальный и элювиально-делювиальный. Мощность их обычно 1–3 м. Для отложений характерен большой диапазон физико-механических свойств. По гранулометрическому составу – преобладают суглинки от легких до тяжелых. В естественном состоянии они имеют мягко- 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.



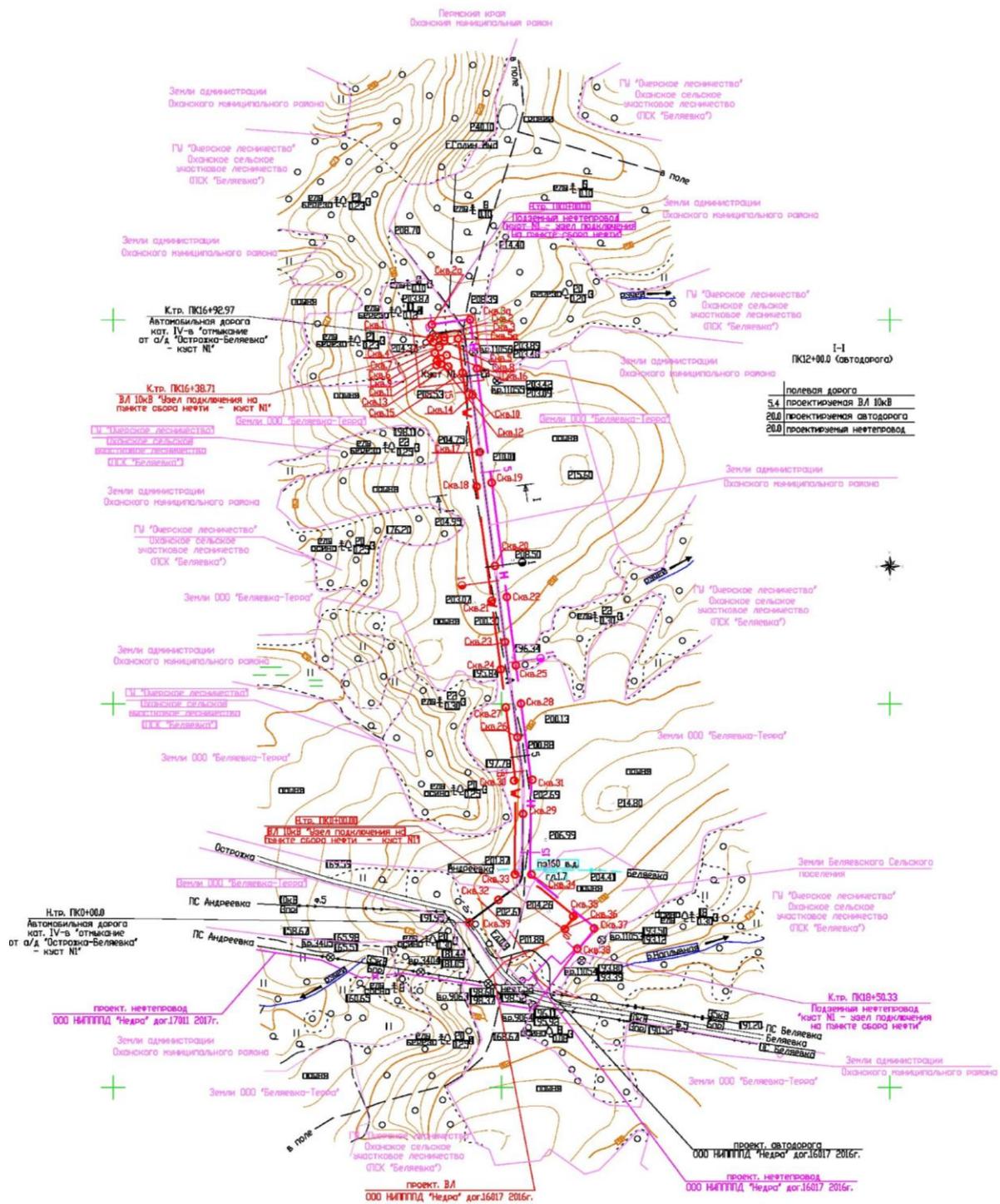
Рис. 4. Инженерно-геологическая карта южной части Пермского края (И.С. Копылов, А.В. Коноплев, 2012) [10]

В процессе инженерных изысканий района БНМ (по данным бурения 42 скважин, 77 проб грунтов) [18] грунтовые условия были изучены на глубину до 13 м (рис. 5). В соответствии с полевым описанием грунтов, лабораторными данными, ГОСТ 20522-2012 и классификацией по ГОСТ 25100-2011, выделены следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ): ИГЭ-1 – суглинок мягкопластичный (eQ_{III-IV}); ИГЭ-2 – глина тугопластичная (eQ_{III-IV}); ИГЭ-3 – аргиллит (P_2). По лабораторным данным установлено, что грунты в зоне сезонного промерзания могут проявлять пучинистые свойства. Фактором, провоцирующим проявление пучения, является промораживание замоченных грунтов [18].

В пределах участка изысканий из инженерно-геологических процессов, осложняющих инженерно-геологические условия, выявлено пучение грунтов в зоне сезонного промерзания. По степени пучинистости при замерзании, согласно СП 34.13333.2012 глины относятся к пучинистым (III группа), суглинки тяжелые пылеватые – к сильнопучинистым (IV группа) грунтам. В соответствии с картами общего сейсмического районирования (ОСР-2015) СП 14.13330.2014 участок характеризуется сейсмичностью в 5 баллов. В соответствии с СП 11-105-97, ч.1 относится ко 2 категории сложности по инженерно-геологическим и гидрогеологическим условиям [18].

Методика инженерно-геологического районирования, основана на бальной оценке классификационного признака [19]. Выбираются и оцениваются в баллах факторные признаки.

Территория изысканий сложена глинистыми грунтами, поэтому **первым (главным) факторным признаком** выбрана консистенция грунтов – показатель текучести глинистых грунтов. Грунты с тугопластичной консистенцией являются наиболее прочным основанием, чем с мягкопластичной, так как менее подвержены деформациям. Данные по скважинам проанализированы и показаны на рис. 6.



Условные обозначения

- проектируемая трасса нефтепровода
- проектируемая трасса автодороги
- проектируемая трасса ВЛ
- границы землепользования и отводов
- инженерно-геологические скважины

Рис. 5. Карта фактического материала [17]

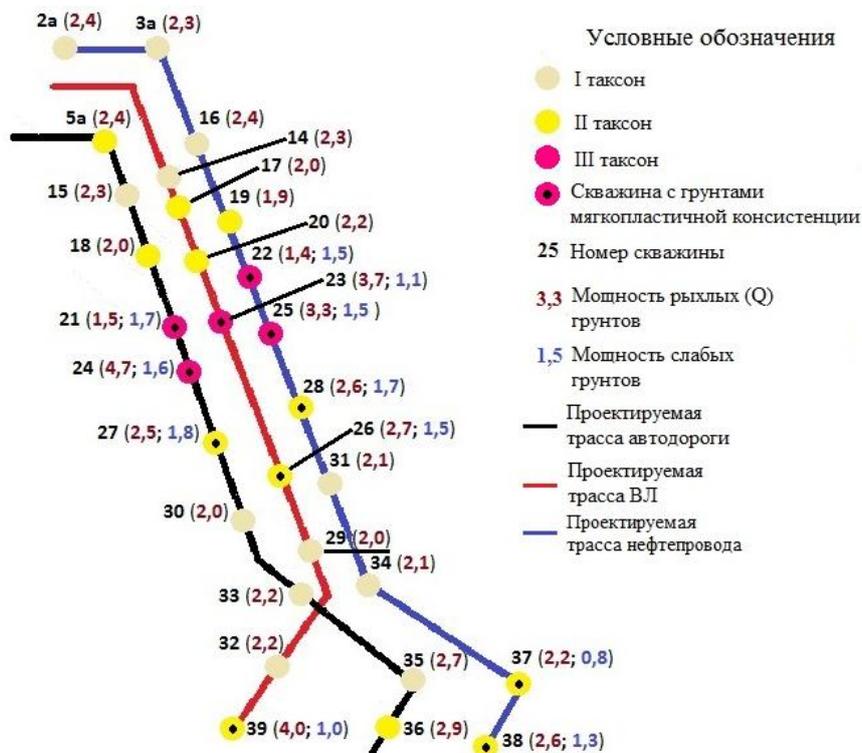


Рис. 6. Характеристики грунтов по скважинам

Вторым по значимости факторным признаком выбрана пучинистость грунтов, так как в пределах участка изысканий грунты могут проявлять пучинистые свойства в зоне сезонного промерзания.

Третьим факторным признаком являются эндогенные геологические процессы (геодинамическая активность и трещиноватость), в пределах которых развиваются экзогенные геологические процессы с различной интенсивностью. По плотности тектонической трещиноватости территория подразделяется на участки с различной степенью геодинамической активности. Данные по плотности тектонической трещиноватости выражены в баллах в зависимости от среднего арифметического и стандартного отклонения (ед. изм. – количество протяженности линеаментов в км на ед. площади – км²).

Установлена зависимость влияния некоторых физико-механических свойств грунтов (пучинистость) от плотности линеаментов (рис. 7).

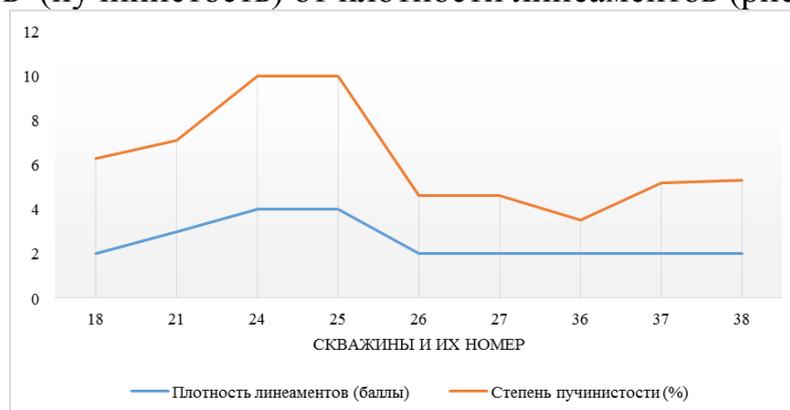


Рис. 7. График зависимости показателей пучинистости от тектонической трещиноватости грунтов

На графике видно, что большему показателю пучинистости соответствует больший балл плотности линеаментов. Это свидетельствует о том, что тектоническая трещиноватость грунтов негативно влияет на изменение физико-механических свойств грунтов, тем самым увеличивая опасность участков на трассе нефтепровода.

Четвертым факторным признаком обозначены экзогенные геологические процессы (оврагообразование, речная эрозия, подтопление).

Отсутствие каких-либо процессов является наиболее благоприятным условием для дальнейшей перекачки нефти (строительства и эксплуатации нефтепровода).

Для системы «площадка – геологическая среда» результаты выбора и балльной оценки факторных признаков приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты выбора и балльной оценки факторных признаков

Наименование факторных признаков	Индекс признака	Весовой коэффициент (ранг)	Балльная оценка факторных признаков		
			1	2	3
Показатель консистенции глинистых грунтов	А	1	Показатель текучести I_L , д.е.		
			Тугопластичная	Мягкопластичная	-
Пучинистость грунтов	Б	2	Степень пучинистости ε_{fn} , %		
			$\varepsilon_{fn} < 7,0$ Среднепучинистый	$7,0 < \varepsilon_{fn} \leq 10,0$ Сильнопучинистый	$\varepsilon_{fn} > 10,0$ Чрезмернопучинистый
Эндогенные процессы	В	3	Тектоническая трещиноватость, баллы		
			Низкая (1)	Средняя (2)	Повышенная (3) Высокая (4)
Экзогенные процессы	Г	4	Наличие или отсутствие ЭГП (речная и овражная эрозия, оползневые процессы, и др.)		
			Интенсивность ЭГП <20%	Интенсивность ЭГП >20%	-

В соответствии с условиями работы системы «площадка – природная среда» предложена следующая модель районирования (табл. 2).

Таблица 2

Модель районирования

Наименование таксона	Оценка условий	Значение K_p
I	Благоприятные	<10
II	Условно благоприятные	10-20
III	Неблагоприятные	>20

По полученным инженерно-геологическим данным выделены следующие таксоны:

I – таксон характеризуется благоприятными условиями. По территории выявлено 3 участка. Рельеф – плоский, верхняя часть склона и водораздел. Четвертичные отложения представлены глинистыми грунтами тугопластичной

консистенции. Экзогенные процессы не выявлены. Линеаменты не зафиксированы. Степень геодинамической активности – низкая (1 балл).

II – таксон характеризуется условно благоприятными условиями, выявлено 4 участка. Рельеф – плоский, верхняя и средняя части склона и водораздел. Участки сложены глинистыми грунтами от мягкопластичной до тугопластичной консистенции. Грунты – среднепучинистые. Экзогенные процессы (оврагообразование и др.) – не выявлены, но существуют условия к их образованию (присутствуют почвы – овражно-балочного типа). Степень геодинамической активности – средняя (2 балл), характеризующаяся отдельными короткими линеаментами.

III – таксон характеризуется условно неблагоприятными условиями, выявлен 1 участок (скв. 21, 24, 25). Рельеф – нижняя часть склона и лог. Участок сложен глинистыми грунтами преимущественно мягкопластичной консистенции, мощностью более 3 (до 4,7) м. Грунты – сильно и чрезмернопучинистые. Почвы – овражно-балочного типа. Наблюдается образование оврагов. Степень геодинамической активности – повышенная (3 балл) и высокая (4 балл), с локальными линеаментами.

В результате инженерно-геологического районирования территория разделена на 8 инженерно-геологических участков, которые ранжированы на 3 класса по степени инженерно-геологической сложности. Примерно 15 % территории находится в неблагоприятных инженерно-геологических условиях. Наиболее опасные участки наблюдаются в местах пересечения трассы нефтепровода с крупными линеаментами (рис. 8, табл. 3).

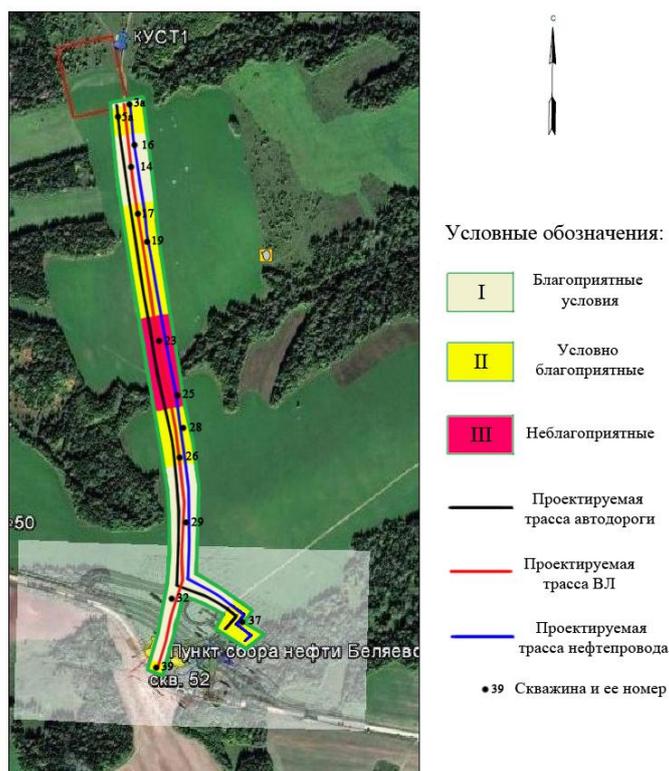


Рис. 8. Карта районирования трассы нефтепровода БНМ по степени инженерно-геологической сложности

Инженерно-геологическая оценка проектируемой трассы нефтепровода БНМ

№ уч.	№ скв	Инженерно-геологическая характеристика				Инженерно-геологическая оценка	
		Рельеф	Грунты	ЭнГП	ЭкГП	Кр	Таксон
1	2а, 3а	Плоский	Глинистые, тугопластичной консистенции	Слабо выражены	Не выявлены	<10	I
2	5а	Плоский	Глинистые, от мягкопластичной до тугопластичной консистенции	Умеренно выражены	Не выявлены, но существуют условия к их образованию	10-20	II
3	14-16	Плоский	Глинистые, тугопластичной консистенции	Слабо выражены	Не выявлены	<10	I
4	17-20	Плоский	Глинистые, от мягкопластичной до тугопластичной консистенции	Умеренно выражены	Не выявлены, но существуют условия к их образованию	10-20	II
5	21, 24, 25	Нижняя часть склона и лог	Глинистые, мягкопластичной консистенции, сильно и чрезмернопучинистые	Сильно выражены	Наблюдается образование оврагов	>20	III
6	27, 28	Плоский	Глинистые, от мягкопластичной до тугопластичной консистенции	Умеренно выражены	Не выявлены, но существуют условия к их образованию	10-20	II
7	29-35	Плоский	Глинистые, тугопластичной консистенции	Слабо выражены	Не выявлены	<10	I
8	36, 37, 38	Плоский	Глинистые, от мягкопластичной до тугопластичной консистенции	Умеренно выражены	Не выявлены, но существуют условия к их образованию	10-20	II

Заключение

Проведенная оценка и районирование инженерно-геологических условий БНМ, детализируют существующие инженерно-геологические представления о данной территории. Вероятно, неблагоприятные инженерно-геологические процессы, происходящие на этих участках, будут оказывать неблагоприятное воздействие на окружающую среду, их следует учитывать при разработке природоохранных мероприятий. Для более полной инженерно-геологической оценки территории Беляевского нефтяного месторождения требуется проведение детального районирования по степени сложности инженерно-геологических условий; проведение линеаментно-геодинамического анализа на основе инженерно-аэрокосмогеологических и геофизических исследований.

Библиографический список

1. ВНМД 34-78. Руководство по полевой документации инженерно-геологических работ при изысканиях для строительства. Госстрой РСФСР, 1978.
2. Зарипова Д.А. Инженерно-геологические условия Беляевского нефтяного месторождения // Геология в развивающемся мире. Пермь: ПГНИУ, 2018. С. 31-34.

3. *Инженерная геология СССР. В 8-ми томах. Т. 1. Русская платформа. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1978.*
4. *Копылов И.С. Закономерности формирования почвенных ландшафтов Приуралья, их геохимические особенности и аномалии // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 4.*
5. *Копылов И.С. Инженерно-геологическая роль геодинамических активных зон // Успехи современного естествознания. 2014. № 5-2. С. 110-114.*
6. *Копылов И.С. Концепция и методология геоэкологических исследований и картографирования платформенных регионов // Перспективы науки. 2011. № 8 (23). С. 126-129.*
7. *Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6.*
8. *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.*
9. *Копылов И.С. Принципы и критерии интегральной оценки геоэкологического состояния природных и урбанизированных территорий // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 6.*
10. *Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4.*
11. *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.*
12. *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.*
13. *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.*
14. *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.*
15. *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.*
16. *Михалев В.В., Копылов И.С., Аристов Е.А., Коноплев А.В. Оценка техноприродных и социально-экологических рисков возникновения ЧС на магистральных продуктопроводах Пермского Приуралья // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2005. № 1. С. 75.*
17. *Михалев В.В., Копылов И.С., Быков Н.Я. Оценка геологических рисков и техноприродных опасностей при освоении нефтегазоносных районов на основе аэро-космогеологических исследований // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2005. № 5-6. С. 76-77.*
18. *Отчет о комплексных инженерных изысканиях на объекте «Строительство пункта сбора нефти на Беляевском нефтяном месторождении» / ООО НИПППД «Недра», дог. 16017, 2016.*
19. *Середин В.В. Математические методы в гидрогеологии и инженерной геологии / Курс лекций. Пермь: Пермский гос. ун-т, 2011. 120 с.*
20. <https://oilcapital.ru/news/upstream>.

И.С. Копылов¹, О.Н. Ковин¹, С. Накысбек²

¹ Пермский государственный национальный исследовательский университет,
г. Пермь, Россия

² Китайский нефтяной университет, Циндао, КНР

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИИ НА СТЫКЕ РОССИИ, КИТАЯ, КАЗАХСТАНА И МОНГОЛИИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Проведен региональный инженерно-геодинамический анализ территории на стыке России, Китая, Казахстана и Монголии для изучения условий геодинамической активности и опасности для проектирования системы магистральных газопроводов. Общая площадь изучения составила 510 км², при этом, большая часть относится к территории Синьцзян-Уйгурского автономного района Китая. Выполнено компьютерное структурно-геологическое дешифрирование космических снимков различных масштабов. Установлены более 3,5 тыс. неотектонических линеаментов, десятки геоактивных зон разных рангов. Они представляют собой потенциально опасные аварийные участки проектируемых линейных объектов.

I.S. Kopylov¹, O.N. Kovin¹, S. Nakesibieke²

¹ Perm State University, Perm, Russia

² Chinese Petroleum University, Qingdao, China

ENGINEERING GEODYNAMIC ANALYSIS OF THE TERRITORY AT THE JOINT OF RUSSIA, CHINA, KAZAKHSTAN AND MONGOLIA FOR CONSTRUCTION OF MAIN PIPELINES

A regional engineering-geodynamic analysis of the territory at the junction of Russia, China, Kazakhstan and Mongolia was carried out to study the conditions of geodynamic activity and danger for the design of the trunk gas pipeline system. The total study area was 510 km², while the majority of them belong to the Xinjiang Uygur Autonomous Region of China. Computer-aided structural-geological interpretation of satellite images of various scales was carried out. More than 3.5 thousand neotectonic lineaments, dozens of geo-active zones of various ranks were established. They are potentially dangerous emergency areas of the projected linear objects.

При проектировании магистральных трубопроводов необходимо оперативно выявить потенциально опасные участки, развивающимися в условиях повышенной геодинамической активности. Основной причиной возникновения аварийных ситуаций на нефтегазопроводах помимо технических и технологических факторов является активизация геологических процессов в геодинамических активных зонах (ГАЗ). С линеаментами и их системами связаны интенсивное развитие карста и термокарста, суффозия, оврагообразование, оползни, обвалы, смещение русел водотоков и других

геологических процессов. К зонам пересечения линеаментов с линейными объектами приурочена большая часть аварий, обусловленных природными факторами [1-7, 11, 12, 16].

Одними из важнейших современных международных экономических мегапроектов является строительство газопровода «Алтай» с выходом в Китай. В настоящее время подписано соглашение (между «Газпромом» и китайской нефтегазовой корпорацией CNPC) о поставках газа из России в КНР по западному маршруту, с месторождений в Западной Сибири через Алтай. Проводятся инженерные изыскания по трассе газопровода. Проекты проходят окончательный этап согласований, при этом еще не выбраны окончательные варианты трасс. Но все варианты сходятся в предварительном конечном пункте – г. Урумчи.

Территории проектируемых линейных инженерных объектов находится на стыке четырех государств – России, Китая, Казахстана и Монголии, при этом, большая часть относится к территории Синьцзян-Уйгурского автономного района (СУАР) КНР.

Инженерно-геологические и неотектонические особенности

Рассматриваемая территория имеет очень сложные инженерно-геологические условия, обусловленные большим разнообразием инженерно-геологических формаций самого различного состава (от протерозойского до мезо-кайнозойского возраста), морфогенетических типов рельефа, обусловленных блоковой неотектоникой с различными инженерно-геологическими свойствами, активной новейшей тектоникой и геодинамикой, характеризуется высокой и крайне неравномерно распределенной сейсмичностью.

Геологическое строение региона изучалось многими исследователями начиная от географических экспедиций РГО XIXв. – нач. XXв. (И.В. Мушкетов, В.А. Обручев и др.) до современных исследований в основном российских и китайских геологов [8, 9, 13-15, 17, 18]. Основная роль в открытии многочисленных месторождений полезных ископаемых Синьцзяня (нефть, газ, уголь, золото, полиметаллы, цветные и редкоземельные металлы, драгоценные камни и др.) принадлежит Управлению по геологическому изучению Синьцзяня, созданного в СССР и современному Синьцзянскому бюро геологии и разведки и разработки полезных ископаемых. Однако неотектоническая структура региона до настоящего времени остается очень неравномерно изученной и довольно схематичной.

Современные теоретические представления о неотектонике рассматриваемой территории изложены в работах новосибирских ученых [10, 13, 14], которые разделяют точку зрения Э. Аргана (1935), принимая в качестве ведущей силы неотектонических деформаций Индо-Евразийскую коллизию (Хаин, 1990). Система новейших деформаций рассматриваемой территории контролируется двумя основными факторами. Первым фактором является реологическая неоднородность верхней части земной коры в ее пределах. Вторым – обстановка горизонтального сжатия. Реологическая неоднородность

проявлена в наличии двух классов объектов: крупных относительно жестких доменов и раздробленных зон, в которых происходят движения по основным новейшим разломам [10]. В мобильных зонах происходит поперечное сокращение и утолщение земной коры за счет выдавливания мелких блоков, из которых состоят мобильные зоны, в верхнее и нижнее полупространство. Это приводит к тому, что в то время как Индостанский блок сближается с Западной Сибирью, которая играет роль северного жесткого ограничения, со скоростью 36-40 мм/год, Таримский движется на север со скоростью 12 мм/год, а Джунгарский – всего 4 мм/год. Наличие ограничения на севере приводит к тому, что на западной границе территории северное направление движения блоков сменяется восточным [14, 18].

Тектоническое положение рассматриваемого региона приведено на рис. 1.

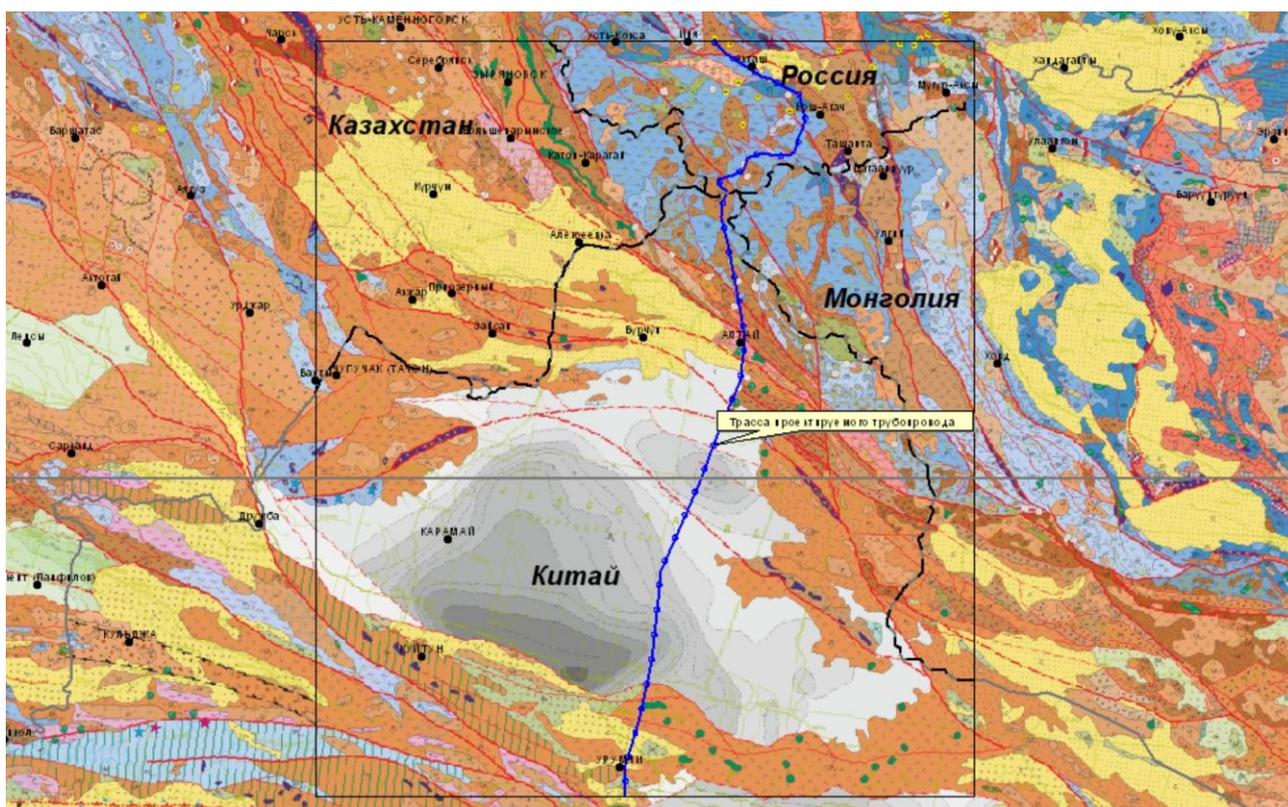


Рис. 1. Тектоническое положение территории на стыке России, Китая, Казахстана и Монголии (Tectonic Map of Northern-Central-Eastern Asia and Adjacent Areas [17])

Результаты исследований

В 2014-2015 гг. в Пермском государственном университете в целях оценки геодинамической активности территории Горного Алтая и эколого-геодинамической безопасности проектируемого газопровода «Алтай» И.С. Копыловым [1, 2] проведен линеаментно-геодинамический анализ на основе аэрокосмогеологических дистанционных методов. Анализ заключался в получении исходной модели линеаментного поля путем дешифрирования космических снимков (КС), далее – в аппроксимации расчетных данных, ранжировании территории по степени геодинамической активности и построение ее картографических моделей разного уровня

детальности. Методика работ включала: компьютерное дешифрирование цифровых КС различных масштабов (1:1 000 000-1:50 000), выделение на них линеаментов и обработку данных в ГИС-технологиях. Было выделено 2180 неотектонических линеаментов. По плотности линеаментов и другим неотектоническим показателям установлены десятки геодинамических активных зон разных рангов [1, 5].

В 2018-2019 гг. инженерно-аэрокосмогеологические исследования для оценки геодинамической активности территории на стыке России, Китая, Казахстана и Монголии были продолжены. Главная цель была – общая оценка геодинамической активности территории и выделение крупных геоактивных зон в Северном Синьцзяне.

Территория охватывала площадь 665 x 770 км, ограничена: с севера – по широте г. Горно-Алтайска, на юге – 50 км южнее г. Урумчи, на западе – по долготе г. Чугучак (Тачэн) или в 60 км западнее оз.Зайсан, на востоке – по долготе г.Абакан, Ховд (43-53° СШ, 81-92° ВД), общая площадь 510 км².

Дешифрирование КС и обработка данных проводилась с помощью программного обеспечения ArcGIS и модуля Spatial Analyst фирмы ESRI. Использовались цифровые КС среднего (Landsat) и высокого (QuickBird) разрешения. Выделялись крупные неотектонические линеаменты, составлялись карты линеаментов и их плотности в соответствующих масштабах работ.

Проведено обзорное дешифрирование КС масштаба 1:10 000 000, 1:5 000 000, 1:2 500 000 и региональное дешифрирование масштаба 1 000 000. Выявлена сеть прямолинейных линеаментов различных направлений. Всего выделено суммарно 1570 линеаментов. Из них 34 линеаментов протяженностью 200-800 км, 77 линеаментов протяженностью 100-200 км, 415 линеаментов протяженностью (50-100 км), 1041 линеаментов протяженностью 25-50 км (рис. 2).

Прямолинейные линеаменты отображают активизированные в новейшее время узкие субвертикальные линейные зоны трещинно-разрывных и флексурно-разрывных структур осадочного чехла и фундамента. Проявление таких структур в строении земной поверхности обусловлено возрождением блоковых движений в современной тектонической этап развития земной коры. Наиболее тектонически ослабленными являются геодинамические зоны и участки на границах неотектонических блоковых структур, где наблюдается наибольшее сгущение и пересечение линеаментов и мегатрещин, отмечается наибольшая расчлененность рельефа и в целом повышенная неотектоническая активность.

На рассматриваемой территории проведен линеаментно-геодинамический анализ по распределению плотности линеаментов и мегатрещиноватости (основной показатель – суммарная протяженность на единицу площади по всем линеаментам) и по этим показателям проведена оценка геодинамической (неотектонической) активности территории.

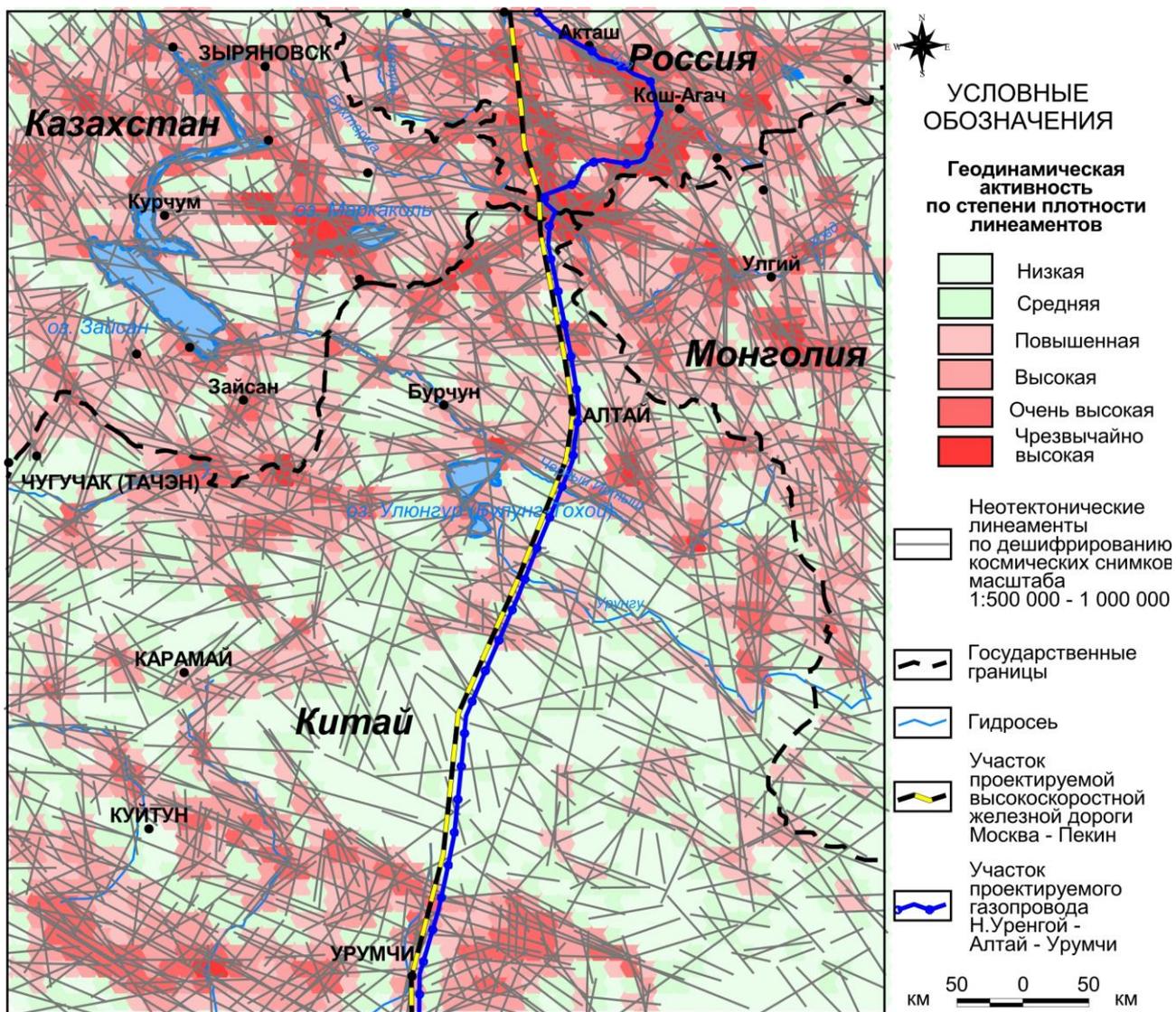


Рис. 1. Оценка геодинамической активности территории проектируемых крупных линейных сооружений Северного Синозья

Плотность линеаментов на рассматриваемой территории колеблется в широких пределах, при этом характерны региональные особенности.

В северной части региона (Русский и Монгольский Алтай) общий фон составляют значения с повышенной (3 балл) и высокой (4 балл) с многочисленными аномалиями очень высокой (5 балл) и чрезвычайно высокой (6 балл) степенью плотности линеаментов. В центральной части региона (Джунгария) общий фон составляют значения с низкой (1 балл) и средней (2 балл), реже – с повышенной (3 балл) и с редкими аномалиями высокой (4 балл) и очень высокой (5 балл) степенью плотности линеаментов.

К югу (Тянь-Шань) общая геодинамическая активность территории вновь увеличивается, региональное геодинамическое поле сильно дифференцировано, преобладает общая повышенная степень плотности линеаментов.

На всей территории выделяется более 50 геодинамических активных зон регионального уровня (с площадями 300-1500 км²) с очень и чрезвычайно высокими (5-6 балл) значениями плотности линеаментов. Практика показывает, что они имеют мозаичное строение, где имеются, как потенциально

благоприятные, так и неблагоприятные геодинамические условия для строительства и особенно – для дальнейшей эксплуатации линейных инженерных сооружений.

Наиболее потенциально опасными аварийными участками проектируемых линейных объектов являются локальные геоактивные зоны (размером 0,5-1 и менее км), которые выделяются при проведении крупномасштабных аэрокосмогеологических исследований (масштаб 1:50 000). Учет неотектонической линеаментной сети территорий трубопроводов, железных дорог и других линейных инженерных объектов на различных стадиях их существования (проектирование, строительство, эксплуатация) позволит в значительной мере снизить риск возникновения аварийных ситуаций, вызванных влиянием природных факторов, обусловленных геодинамическими активными зонами.

Библиографический список

1. Копылов И.С. *Аэрокосмогеологические исследования на трассах нефтегазопроводов для оценки инженерно-геологических условий и геодинамической активности* // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. Пермь, 2015. № 15. С. 157-162.
2. 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.
3. Копылов И.С. *Геоэкология нефтегазоносных районов юго-запада Сибирской платформы*. Пермь, 2013. 166 с.
4. Копылов И.С. *Инженерно-геологическая роль геодинамических активных зон* // Успехи современного естествознания. 2014. № 5-2. С. 110-114.
5. Копылов И.С. *Проведение линеаментно-геодинамического анализа Горного Алтая и трассы проектируемого газопровода «Алтай»* // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 8-3. С. 398.
6. Копылов И.С. *Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах* // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4.
7. Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г. *Новейшая тектоника и современная геодинамика Западного Казахстана на Жилинском месторождении калийных солей* // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5.
8. Ли Сы-Гуан. *Геология Китая*. М.: Изд. иностр. лит-ры, 1952. 520 с.
9. Ли-Го Юй. *Геология нефти и газа Китая* / науч ред. В.С.Вышемирский. Новосибирск: Изд. ОИГГМ СО РАН, 1992. 37 с.
10. Мамедов Г.М. *Геоморфологическая оценка транспортного потенциала Джунгарской впадины*. Дис. на соиск. уч. степ. канд. географ. наук. Новосибирск, 2018, 155 с.
11. Михалев В.В., Копылов И.С., Аристов Е.А., Коноплев А.В. *Оценка техноприродных и социально-экологических рисков возникновения ЧС на магистральных продуктопроводах Пермского Приуралья* // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2005. № 1. С. 75.
12. Михалев В.В., Копылов И.С., Быков Н.Я. *Оценка геологических рисков и техноприродных опасностей при освоении нефтегазоносных районов на основе аэрокосмогеологических исследований* // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2005. № 5-6. С. 76-77.
13. Новиков И.С. *Морфотектоника Алтая*. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 313 с.
14. Новиков И.С., Дядьков П.Г., Козлова М.П., Мамедов Г.М., Черкас О.В., Михеева А.В. *Неотектоника и сейсмичность западной части Алтае-Саянской горной области*,

Джунгарской впадины и Китайского Тянь-Шаня // Геология и Геофизика. 2014. Т. 55. №12. С.1802-1814.

15. Трифонов В.Г. Неотектоника Евразии. М.: Научный мир, 1999. 252 с.

16. Kopylov I.S., Kovin O.N., Konoplev A.V. Forecasting of geodynamic hazards at potash mines using remote sensing data: a case study of the Tubegatan deposit, Uzbekistan // *International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. 2015. № 1-3. С. 305-311.*

17. *Tectonic Map of Northern-Central-Eastern Asia and Adjacent Areas. 1:2 500 000 / Editors-in-Chief: O.V.Petrov, Yu.G.Leonov (Russia), Li Tingdong (China), O. Tomurtgoo (Mongolia). 2014.*

18. Yang S.-m., Wang Q., You X.-z. Numerical analysis of contemporary horizontal tectonic deformation fields in China from GPS data // *Acta Seismol. Sinica, 2005, V. 1.*

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ И ПРОГНОЗУ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОДРАБОТКИ ТЕРРИТОРИИ

В статье рассматриваются вопросы подготовки электронной модели и картографического материала для выполнения геомеханических расчетов на основе геоинформационных систем (ГИС). Описываются преимущества использования ГИС при подготовке этих моделей. На основе созданной модели дается прогнозная оценка техногенного воздействия Палашерского участка Верхнекамского месторождения калийных солей в результате подработки территории и строится прогнозная карта районирования по степени техногенного воздействия.

Ключевые слова: геоинформационное моделирование, техногенное воздействие, ГИС, подработанные территории.

P.A. Krasilnikov
Perm State University, Perm, Russia

GEOINFORMATION APPROACH TO THE TECHNOGENIC EXPOSURE FORECAST OF UNDERGROUND MINING

The article presents issues related to electronic models and cartographic materials for performing geomechanical calculations based on GIS. The advantages of using geoinformation systems in the preparation of these models. Based on the models created, an assessment of the technogenic impact of the Palashersky site Verkhnekamskoye potash salt deposit is predicted.

Keywords: geoinformation modeling, technogenic exposure, GIS, underground mining.

Важной задачей инженера-геолога при разработке месторождений полезных ископаемых является прогнозная оценка изменения инженерно-геологических условий и, как следствие, их влияний на безопасность эксплуатации существующих зданий и сооружений.

Для решения прогнозных инженерно-геологических задач при подземной разработке месторождений необходимо моделирование функционирования системы из трех функционально взаимосвязанных компонентов «горная выработка – геологическая среда – сооружение». Такое моделирование целесообразно вести на основе базы данных инженерно-геологической информации по определённым принципам. Таким образом, информационная база данных должна включать данные о геологическом строении месторождения, горнотехнических условиях разработки месторождения (технологии вскрытия полезной толщи, порядок и параметры отработки, размеры горных выработок, скорость и способы их проходки и т.д.), данные об

имеющихся зданиях и сооружениях, грунтовое основание которых является объектом исследования инженера-геолога [4].

Решение прогнозных инженерно-геологических задач при разработке месторождений полезных ископаемых можно разделить на следующие этапы:

1. Оценка инженерно-геологических условий на текущий момент.
2. Расчет степени техногенного воздействия на геологическую среду.
3. Прогноз изменения инженерно-геологических условий.
4. Выявление зданий и сооружений, находящихся в зоне риска.

При подземном способе добычи полезного ископаемого, основное техногенное воздействие сводится к изъятию горной массы. Это воздействие определяется целевым назначением объекта и является неизбежным следствием планируемых работ. Это приводит: к оседанию, изменению кривизны, изменению уклона земной поверхности.

Традиционно такие расчеты велись в ручном или полу- ручном режиме по заданному профилю, что требовало значимых временных ресурсов.

Автоматизация таких расчетов существенно облегчает задачу. Для достоверного прогноза необходимо знать оседания в каждой точке территории, а не только выбранного профиля. Для решения этой задачи идеально подходят ГИС [1, 2, 5]. Они позволяют существенно экономить время обработки данных и оперативно проводить перерасчет при появлении новой информации.

Первым этапом является создание Гис проекта (рис.1). Его структура включает в себя следующие базовые категории данных:

- параметры горных работ;
- зоны допустимых деформаций взт по различным методикам;
- объекты поверхностного комплекса промплощадки и территории горного отвода;
- расчетные прогнозные оседания, горизонтальные деформации и другие параметры мульд сдвижений на различные моменты времени;
- элементы топографической основы плана земной поверхности;
- данные космической съемки различных масштабов;
- трехмерное представление оседаний и деформаций в краевых частях шахтного поля;
- трехмерная совмещенная модель плана земной поверхности с зонами прогнозного подтопления.

Такая геоинформационная модель содержит два базовых вида – план (вид сверху), и трехмерная модель, повышающая наглядность.

Расчет оседаний, уклонов, кривизны и горизонтальных деформаций является важной задачей науки – «Геомеханика». Методика расчета прогнозных величин утверждена соответствующими нормативными документами.

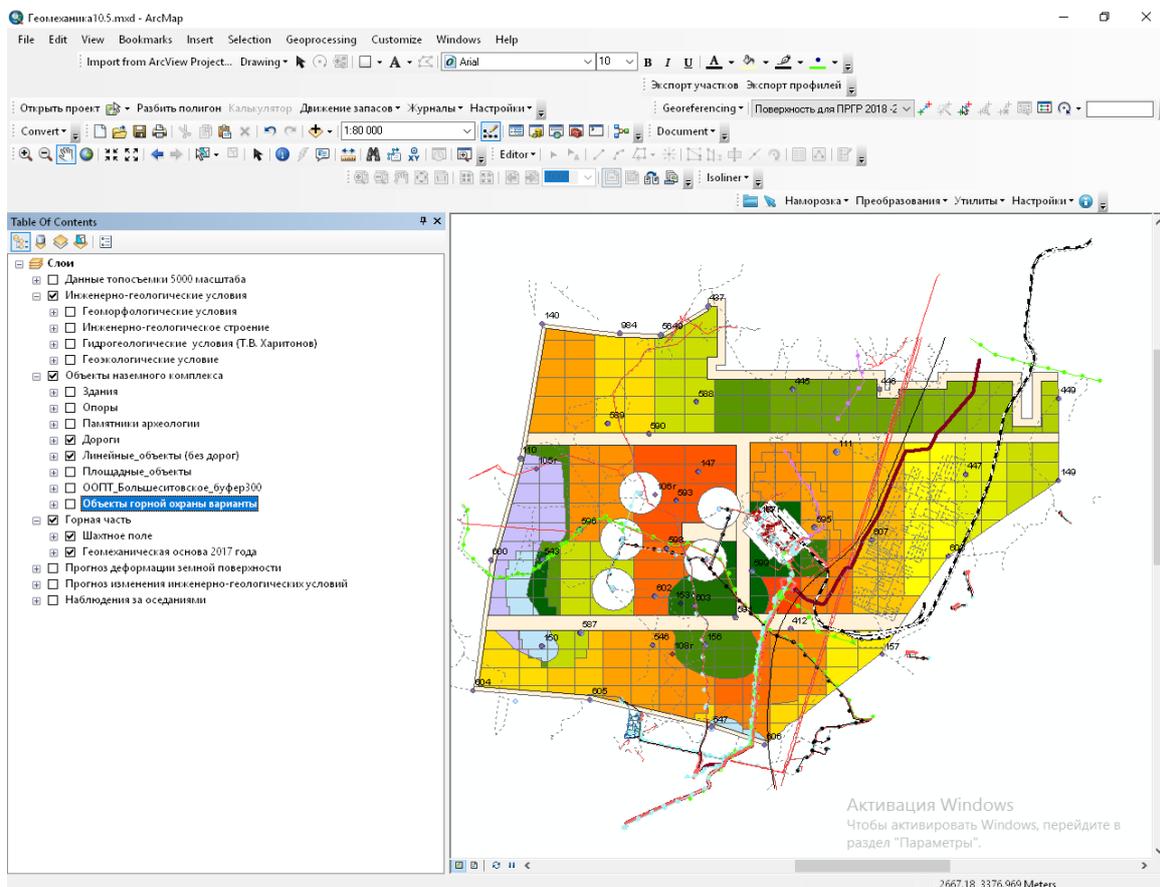


Рис. 1. ГИС проект для геомеханических расчетов

Для проведения геомеханических расчётов специалистами ООО «Информ++» был создан специальный расчетный модуль на основе утвержденной методики, для которого реализована возможность импорта и экспорта данных из ГИС проекта. Все данные, необходимые для расчета, взяты из созданной геоинформационной системы.

Для этого геоинформационный проект должен содержать набор слоев с геометрическими и атрибутивными наборами данных, совмещенных в единой системе координат (рис. 2). Расчетную основу проекта составляют геомеханические слои с требуемым набором параметров: Block – Название блока; Panel – Название панели; «a» – ширина камеры; «b» – ширина целика; «m0» – вынимаемая мощность; «m_ok» – мощность коржа; «H» – глубина кровли пласта (не геологического, а промышленного); «Az» – степень заполнения закладкой; «Bz» – степень усадки; «finish» –окончание горных работ; «S_comb» – площадь сечения одного хода; «a_comb» – ширина одного хода; «h_comb» – высота одного хода; «δс» – ср. содержание НО; «σ0» – ср. агрегатная прочность; «δс» – ср. содержание НО; «σ0m» – ср. агрегатная прочность.

При проведении расчетов задается шаг между профильными линиями и шаг между пикетами. В результате расчетов формируется Excel-таблица, содержащая координаты каждого пикета и прогнозные деформации, которая в дальнейшем импортируется и обрабатывается в ГИС (рис. 3).



Рис. 2. Раскройка шахтного поля, содержащая параметры отработки

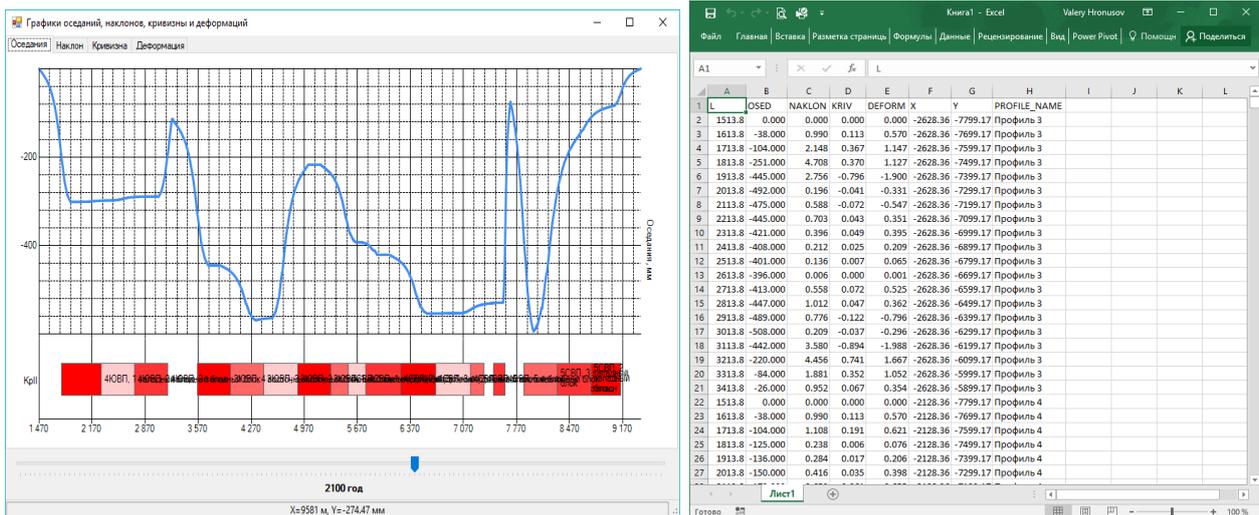


Рис. 3. Результаты расчета оседаний, уклонов, кривизны и горизонтальных деформаций, реализованные в программном модуле по одному из профилей, представленные в графическом и табличном виде

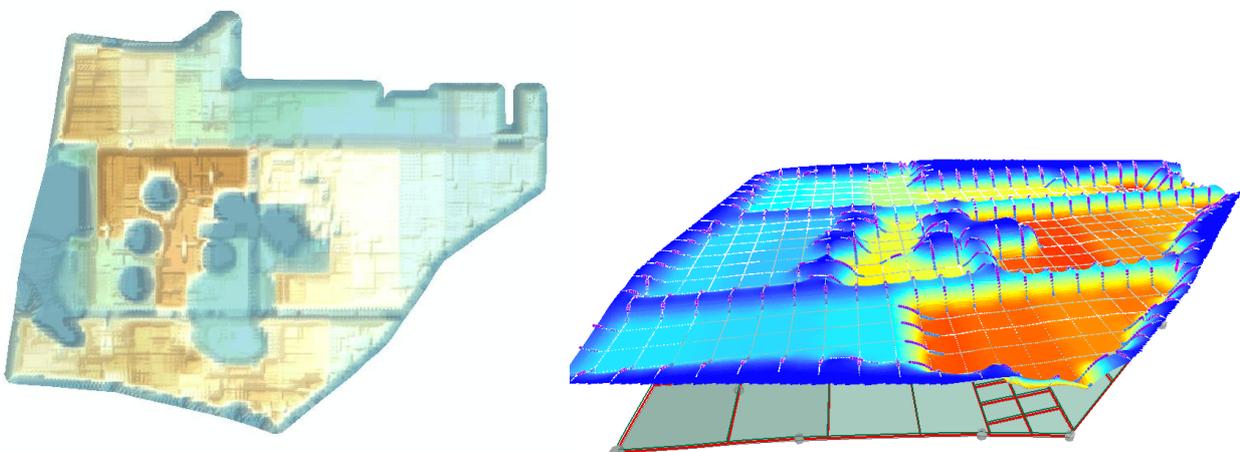


Рис. 4. Прогнозные оседания и их 3D визуализированные средствами ArcGIS

В результате были выполнены расчеты на различные периоды времени, которые представлены в двухмерном и трехмерном виде.

На основе проведенных расчетов составлена прогнозная карта районирования по степени техногенного воздействия в результате отработки полезного ископаемого. Эффективность использования ГИС для районирования показана в [6]. Совместив результаты расчета с существующими коммуникациями, были выявлены зоны риска.

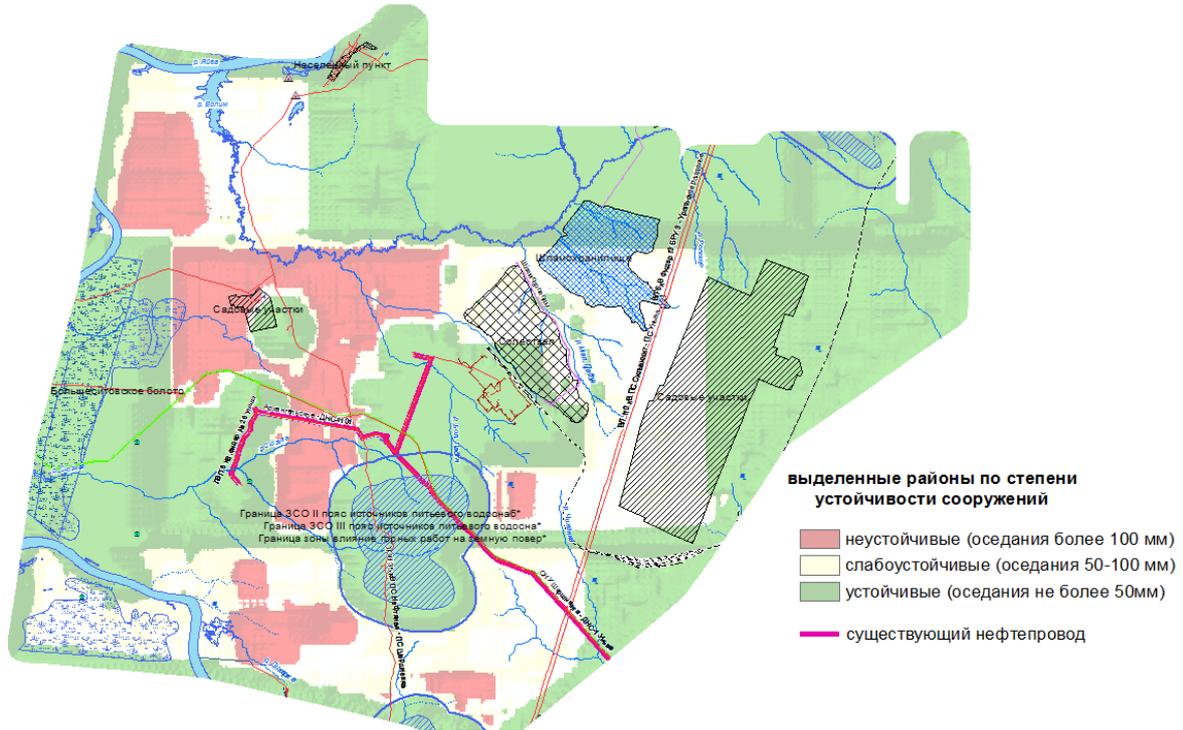


Рис. 5. Карта прогнозного районирования Палашерского участка по степени техногенного воздействия через 20 лет

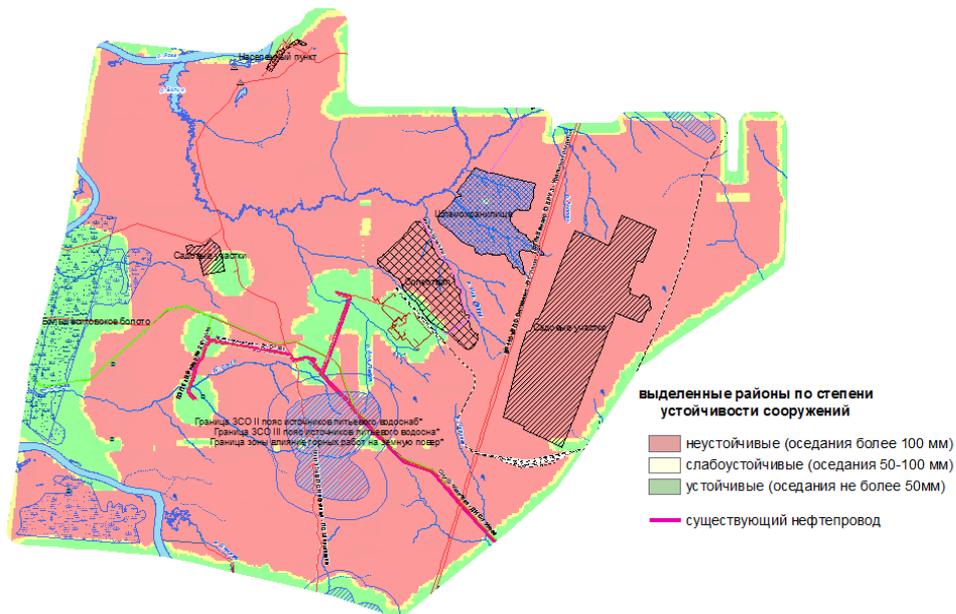


Рис. 6. Карта прогнозного районирования Палашерского участка по степени техногенного воздействия через 100 лет

Таким образом, использование ГИС для прогноза техногенного воздействия в результате подработки территории существенно экономит временные ресурсы, повышает детальность расчета и позволяет в автоматическом режиме проводить перерасчет при появлении новой информации или изменении параметров отработки месторождения.

Библиографический список

1. Геоинформационное обеспечение экономической оценки природно-ресурсного потенциала территорий Пермского края / Красильников П.А., Коноплев А.В., Хронусов В.В., Барский М.Г. // Экономика региона. 2009. № 1 (17). С. 143-151.

2. Коноплев А.В., Красильников П.А. Районирование территории пермского края по величине природно-ресурсного потенциала на основе ГИС-технологий / Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2009. № 3 (17). С. 150-156.

3. 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.

4. Красильников П.А., Хронусов В.В., Барский М.Г. Принципы создания и ведения базы данных инженерно-геологической информации // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2018. № 18. С. 252-257.

5. Прокопов А.Ю. Применение картографического метода исследований для выявления опасных зон градопромышленных территорий (на примере г. Шахты) // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2018. № 1. С. 35-51.

6. Щербаков С.В., Шилова А.В., Золотарев Д.Р. Применение ГИС-технологий при мелкомасштабном районировании гидрогеологических условий (на примере Пермского края) // Вестник Пермского университета. Геология. 2016. № 1 (30). С. 6-13.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИИ АМУРСКОГО ГАЗОХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Проведено изучение инженерно-геокриологических, геоморфологических и геодинамических условий территории Амурского газохимического комплекса (АГХК). Выделены и описаны морфоструктурные и геодинамические зоны. Предполагается высокая геодинамическая активность горного массива на поверхности, которой проектируется строительство АГХК. Предложены рекомендации и комплекс мероприятий по детальному инженерно-аэрокосмогеологическому изучению АГХК для геологической и экологической безопасности.

Ключевые слова: инженерная геология, геокриология, геодинамика, инженерные изыскания, дешифрирование космоснимков, Амурский газохимический комплекс.

V.V. Oborin¹, I.S. Kopylov²

¹ LLC «Zapuralgidrogeologiya», Perm

² Perm State University

ENGINEERING-GEOCRYOLOGICAL AND GEODYNAMIC CONDITIONS OF THE AMURSKY GAS-CHEMICAL COMPLEX TERRITORY

The study of engineering-geocryological, geomorphological and geodynamic conditions of the Amur gas chemical complex (AGCC) was carried out. Morphostructural and geodynamic zones are identified and described. The high geodynamic activity of the mountain massif on the surface, which is projected to construct the AGCC, is assumed. Recommendations and a set of measures for the detailed engineering and aerospace-geological study of the AGCC for geological and ecological safety are proposed.

Key words: engineering geology, geocryology, geodynamics, engineering surveys, interpretation of satellite images, Amur gas chemical complex.

Амурский газохимический комплекс (АГХК) – крупнейший строительный проект России (СИБУР) по производству полиэтилена, где планируется перерабатывать ценные фракции, выделенные из природного газа, добытого на месторождениях Якутского центра газодобычи. Основным поставщиком сырья для АГХК станет Амурский газоперерабатывающий завод Газпрома, который будет построен в рамках поставок газа в Китай по газопроводу «Сила Сибири». АГХК планируется запустить не ранее 2021 г., (окончательное решение по его строительству будет принято в середине 2019 г.) [13].

Объект АГХК расположен в 15 км северо-восточнее г. Свободный Амурской области, в междуречье рек Пера и Зея (рис. 1).

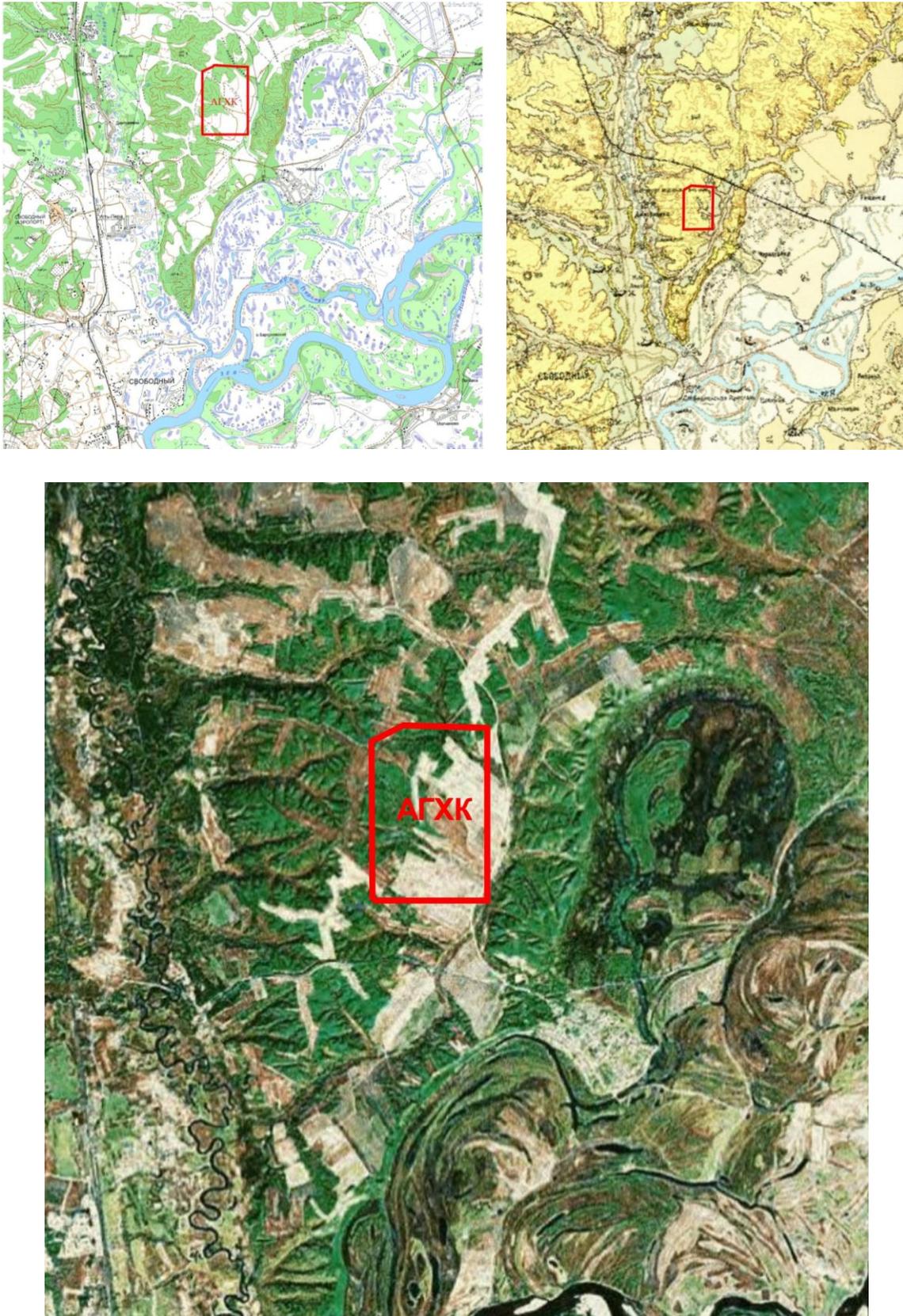


Рис. 1. Район исследований на обзорной карте, геологической карте [1] и космоснимке

Инженерно-геологическая изученность на объекте АГХК

В 2015 г. выполнены работы на объектах: «Разработка концепции Амурского газохимического комплекса» (ООО «ДальГеоПроект»), «Амурский газохимический комплекс» (ЗАО «АмурТИСИз»). В 2018 г. ООО ПСП «Автомост» выполнены инженерно-геологические изыскания на объекте «Подъездные автодороги к основной площадке АГХК в составе проекта «Амурский газохимический комплекс». Проводились рекогносцировочные обследования и маршрутные наблюдения, совместно с бурением. Объект АГХК был условно подразделен на более мелкие объекты: площадка строительства АГХК, площадка полигона КиПО, коммуникации и подъездные пути к полигону КиПО (трассы газопровода, коллектора и ВЛ-10 кВ, трасса подъездной автодороги) [11].

Геологическое строение, формации и комплексы пород

По структурно-тектоническому районированию объект АГХК находится в Зее-Буреинской мезо-кайнозойской впадине выполненной отложениями терригенно-карбонатной молассовой формации палеоген-неогенового возраста, залегающей на размытой поверхности более древних пород. Нижняя часть формации представлена бузулинской свитой ($P-N_1 bz$), сазанковской свитой ($N_1 sz$); верхняя: белогорской свитой ($N_2-Q_1 bl$).

Четвертичные отложения представлены, в основном, породами аллювиального генезиса, незначительную часть в объеме плейстоцена представлены породы склонового и элювиального генезиса. На участке изысканий принимают участие четвертичные аллювиальные (суглинки; супеси; пески средней крупности и крупные), делювиальные (супеси) и неоген-четвертичные (пески средней крупности и крупные) отложения и органоминеральные отложения (суглинки с примесью торфа). К специфическим грунтам относятся техногенные грунты. Данные грунты имеют ограниченное распространение. К прогнозируемым опасным процессам относятся: морозное пучение грунтов и наледообразование. Нормативная глубина промерзания грунтов для суглинков составляет 2,48 м, для супесей – 3,05 м, для песков средней крупности – 3,26 м, для песков крупных – 3,58 м.

Анализ инженерно-геологической, геоморфологической и геодинамической обстановки

Анализ инженерно-геологической, геоморфологической и геодинамической обстановки проведен по результатам инженерно-геологической рекогносцировки, маршрутных наблюдений и предварительного дешифрирования материалов аэрокосмической съемки (МАКС). Методический подход к дешифрированию космоснимков при инженерно-геологических изысканиях описан в наших работах [7-9].

В пределах территории исследуемого объекта АГХК выделяются морфоструктурные зоны:

- денудационно-аккумулятивная равнина (ДАР)
- эрозионно-аккумулятивная равнина (ЭАР)

- аллювиальная аккумулятивная равнина (ААР)

1. Площадка строительства АГХК

Площадка строительства АГХК представляет собой суффузионный горный массив с широко развитыми суффузионно-просадочными формами рельефа: суффузионными долинами; логами; промоинами; воронками; блюдцами; небольшими котловинами, изометричной или линейной формы. Очень характерно для изученной территории широкое распространение лёсса и лёссовидных суглинков. Мощность данного горизонта наблюдалась в прилегающих к объекту обнажениях и достигает до 0,4-3,5 м. Ориентировочные размеры площадки 2 x 3 км (рис. 2).

Расположена на поверхности ДАР (100% всей площади) и включает следующие морфоскульптурные элементы рельефа:

- водоразделы (водораздельные площадки);
- склоны водоразделов;
- присклоновая равнина;
- геодинамические активные зоны (ГАЗ).

Водоразделы (водораздельные площадки)

Сравнительно небольшие по занимаемой площади, субгоризонтальные, относительно ровные площадки, являют собой реликты древнего пенеплена. В большинстве своем заняты сельхозугодьями (пашнями). Имеют фрагменты структурных линий сочленения водоразделов со склонами водоразделов и присклоновыми равнинами. Это линии перегиба субгоризонтальной поверхности со склоном, имеющего повышенный угол падения. По этим структурным линиям проходит граница густой древесно-кустарниковой растительности характерной для склонов водоразделов. Для водоразделов характерно широкое распространение лёсса.

Склоны водоразделов

Сложнопостроенные, террасированные, разнонаклонные поверхности. Склоны водоразделов (увалов, сопок) имеют в большинстве своем вогнутый поперечный профиль за счет нисходящего (по В. Пенку) развития рельефа региона при длительной аккумулятивной фазе последнего тектоно-климатического этапа (N-Q), когда базис денудации в течении длительного времени сохранял стабильное положение. Склоны имеют углы падения: от 3° в приводораздельной; 10-15° в срединной и 5-7° в приподошвенной части склона. Характерная особенность морфологии склонов: повсеместное развитие склоновых террас литоморфного генезиса, различной формы и размерности, хаотичность распределении в пространстве, Углы падения: уступов террас от 15° до 25°; поверхности террас до 5°. Ширина и длина террас различна. Террасы, несомненно, имеют литоморфный генезис, что имеет подтверждение в многочисленных образцах каличе (известковая кора выветривания) силицитов, сиаллитов, железо-марганцевых конкреций и силицизированных конгломератов; глинистых сидеритов, обнаруженных при бурении и описанных в полевой документации.



Рис. 2. Ландшафты на площадке строительства АГХК,
 фото В.В. Оборина [12]

Присклоновая равнина

Пологонаклонная, относительно ровная, поверхность присклоновой равнины примыкает: к водоразделам, к склонам водоразделов и имеет важное значение для проектирования будущих объектов АГХК. Сочленение с вышележающими элементами рельефа происходит через малозаметный, фрагментарно отслеживающийся перегиб. Углы падения поверхности: до 3° в приводораздельной части; до $5-7^\circ$ в приподошвенной. Большая часть равнины

занята под сельхозугодьями (пашней). На её поверхности фиксируются небольшие, плохосформированные (малоактивные) элементы суффозионной деятельности: небольшие лога, промоины, микрозападины изометричной формы. Присклоновая равнина, в пределах АГХК, расчленена на несколько фрагментов линейными геодинамическими активными зонами.

Геодинамические активные зоны

Геодинамические активные зоны (ГАЗ) имеют для АГХК важное значение, они определяют геодинамику горного массива. По методике и классификации (И.С.Копылов [2-8]) относятся к классу локальных зон II-III порядка, ранг 8-9. Рекогносцировочными обследованиями выявлены несколько крупных ГАЗ: северная, центральная, южная.

Северная ГАЗ имеет северо-восточное направление, линейная, ширина до 170-200 м. В западной части имеет наиболее современные формы рельефа. По всей протяженности наблюдаются свежие суффозионно-просадочные формы рельефа, хорошо выраженные тальвеги в суффозионных долинах, крутые борта долин, свежие котловины: заболоченные, переувлажненные со следами морозного пучения. В момент обследования сезонномерзлые грунты имели мощность от 1,7 до 2,5 м.

Центральная ГАЗ имеет основное направление западно-восточное, линейная, ширина 80-200 м, прослеживается через всю площадку АГХК. В западной части имеет наиболее свежие, разнообразные суффозионно-просадочные формы, хорошо разработанные суффозионные лога с крутыми бортами, заболоченные котловины, переувлажненные низины с повсеместными формами морозного пучения. Центральная ГАЗ требует дополнительного обследования, она геодинамически активна, для более полного заключения требуется проведение специализированных работ. Мощность сезонномерзлых грунтов, в зависимости от экспозиции, достигает 3,0 м.

Южная ГАЗ имеет северо-восточное направление, линейная. Следует отметить, что южная ГАЗ наименее геодинамически активна, формы рельефа выположенные, зрелые.

2. Площадка полигона КиПО

Расположена на поверхности эрозионно-аккумулятивной равнины (ЭАР). Представляет пологонаклонную поверхность, имеющую углы падения 3-5°, осложненную суффозионными разноразмерными формами.

Площадка полигона КиПО на севере примыкает к денудационно-аккумулятивной равнине (ДАР), и непосредственно сочленяется со склонами водоразделов через неясновыраженный тыловой шов. Местоположение тылового шва хорошо трассируется по резкой смене древесно-кустарниковой растительности (монгольский дуб, береза, осина, лещина, акация и др.), на травянистую с редколесьем. Очень характерно для всего полигона широкое развитие мерзлотных полигональных форм – кочкарник. Это ландшафтный индикатор зон избыточного увлажнения, заболачивания и морозного пучения. На всей поверхности полигона фиксируются разномасштабные суффозионно-просадочные формы: западины; ложки шнуровидной формы; суффозионные котловины и др. На южном и юго-восточном, восточном флангах полигона

углы падения заметно увеличиваются и достигают до 10-15°, особенно на участках сочленения с суффозионными долинами в геодинамических активных зонах, примыкающих к полигону с востока и юга.

3. Коммуникации и подъездные пути к полигону КиПО (трассы газопровода, коллектора и ВЛ-10 кВ, трасса подъездной автодороги)

Это линейный объект инженерно-геологических изысканий соединяющий два площадных объектов: площадки строительства АГХК и площадки полигона КиПО.

Данный объект инженерно-геологических изысканий расположен в выделенных морфоструктурных зонах:

- денудационно-аккумулятивной равнине (ДАР) – западная часть исследуемой территории объекта, примыкающая к площадке АГХК;
- аллювиально-аккумулятивная равнина (ААР) – центральная часть исследуемой территории объекта расположенной в долине р. Зея;
- эрозионно-аккумулятивная равнина (ЭАР) – восточная часть исследуемой территории объекта, примыкающая к полигону КиПО.

В зоне ДАР выделяются следующие морфоскульптурные элементы рельефа:

- присклоновая равнина;
- приподошвенная часть склонов водоразделов.

В зоне ААР выделен как единый морфоскульптурный элемент рельефа пойма р. Зея. Пойма р. Зея условно разделяется на низкую (динамическую) и высокую пойменные террасы. На поверхности пойменных террас широко представлены пойменные элементы рельефа:

- брошенные русла с многочисленными рукавами;
- многочисленные старицы;
- пойменные озера различного размера и формы;
- старичные западины и заболоченные низины с полигональными формами морозного пучения;
- прирусловые валы веерообразной формы создающих сегментный рисунок поймы, отдельные крупные прирусловые валы саблевидной формы заросшие древесной растительностью (в основном березой);
- эрозионные останцы надпойменных террас.

В зоне ЭАР выделяются морфоскульптурные элементы рельефа:

- присклоновая равнина;
- геодинамическая активная зона.

Прогноз опасных и неблагоприятных природных и инженерно-геологических процессов и явлений

Основные природно-геологические особенности объекта АГХК:

- высокая сейсмичность района с оценкой 6 баллов (карта ОСР-2015В) и 7 баллов (карта ОСР-2015С);
- климатическая специфика региона: климат континентальный с муссонными сезонами.

- АГХК проектируется на поверхности горного массива, для которого характерны суффозионно-просадочные процессы;

- характерно широкое распространение (плащеобразное) залегание лёссовидных грунтов;

- наличие неотектонических нарушений, геодинамических активных зон и узлов; необследованная, сложно-прогнозируемая геодинамика горного массива АГХК;

Прогноз опасных и неблагоприятных природно-геологических процессов и явлений:

- активизация суффозионно-просадочных процессов и формирование свежих, новообразованных форм;

- заболачивание на развивающихся новообразованных суффозионных форм (котловинах, западинах), это следствие выщелачивания карбонатов, кольматирование и формирование в днищах понижений локальных водоупоров, где слабая сточность атмосферных вод, и пониженная фильтрационная способности создают условия избыточного переувлажнения.

- активное поступательное развитие процесса морозного пучения грунтов;

- дефлюкция сопровождающая техногенную деятельность;

- расширение переувлажненных участков, заболачивание в т.ч. в долине р. Зея при катастрофических наводнениях;

- подтопление грунтовыми водами;

- необратимые последствия техногенной деятельности: снятия ПРС, подрезка и обнажения крутых склонов, вывод на дневную поверхность природного горного массива и как следствие: техногенная активизация термокарста, псевдокарста (суффозионно-просадочного процесса), интенсивное развитие денудационно-эрозионных процессов на склонах.

Согласно приложениям: Б СП 11-105-97 и А СП 47.13330.2012 обследованный объект отнесен к III категории сложности инженерно-геологических условий.

Заключение

По структурно-тектоническому районированию территория объекта «Амурский ГХК» находится на отложениях терригенно-карбонатной молассовой формации палеоген-неогенового возраста. Площадка проектируемая под строительство АГХК представляет собой суффозионный горный массив с широко распространенными суффозионно-просадочными формами: лёссом и лёссовидными суглинками с мощностью от 0,4 до 3,5 м.

Район исследований характеризуется сложной геодинамикой горного массива и низкой устойчивостью к техногеологическим и гидрометеорологическим процессам. По предварительному анализу МАКС выявлено большое количество неотектонических линеаментов, формирующих по сгущению линейные зоны тектонической трещиноватости (которые классифицируются как геоактивные зоны), которые отчетливо наблюдаются на поверхности земли. Учет геодинамической активности (неотектонических нарушений и линеаментной сети) на стадии проектирования позволит в значительной мере снизить риски возникновения аварийных ситуаций при

строительстве и эксплуатации объектов вызванных одномоментным, периодическим или постоянно действующим влиянием техноприродных факторов, связанных с геоактивными зонами.

Для дальнейшего изучения инженерно-геологических условий необходимо провести комплекс детальных (масштаба 1:25 000) инженерно-аэрокосмогеологических изысканий и линеаментно-геодинамического анализа с целью оценки геодинамической активности района и картирования мобильных геодинамических зон с повышенным уровнем техноприродных рисков.

Библиографический список

1. Геологическая карта масштаба 1:200 000. Лист М-52-III / А.Ф. Васькин. ВСЕГЕИ, 1986.
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. 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: монография / Перм. гос. нац. иссл. ун-т. Пермь, 2013. 166 с.
5. Копылов И.С. Инженерно-геологическая роль геодинамических активных зон // *Успехи современного естествознания*. 2014. № 5-2. С. 110-114.
6. 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.
7. 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.
8. Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // *Современные проблемы науки и образования*. 2011. № 4.
9. Оборин В.В., Копылов И.С. Инженерно-геокриологическая оценка и прогноз развития геодинамических процессов территории ПТБО г. Игарки // В сборнике: *Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию кафедры инженерной геологии и охраны недр Пермского университета*. Перм. гос. нац. иссл. ун-т. 2018. С. 231-238.
10. Оборин В.В., Копылов И.С. Оценка и прогноз инженерно-геокриологических условий ПТБО г. Игарки на основе инженерных изысканий и аэрокосмогеологических исследований // *Геология и полезные ископаемые Западного Урала*. 2018. № 18. С. 257-260.
11. Рабочий отчет по рекогносцировочным обследованиям и маршрутным наблюдениям на объекте «Амурский газохимический комплекс (ГХК)» проведенный совместно с инженерно-геологическими изысканиями в апреле-июне 2018 г. / В.В. Оборин, И.С. Копылов. Пермь, 2018.
12. <https://georif.nethouse.ru/posts/3355888> / Инженерно-геологические изыскания на Дальнем Востоке.
13. <http://plastichelper.ru/news/25208-sibir-vo-vtoroi-polovine-2019-goda-primet-reshenie-po-amyrskomu-ghk-konov>.

ВЛИЯНИЕ НЕОТЕКТОНИКИ НА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВОД В ПРЕДЕЛАХ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА

Рассматривается влияние неотектонических процессов, происходящих в платформенных областях, на инженерно-геологические условия и гидрогеологическую обстановку на территории Кольского полуострова. Установлена пространственная корреляция тектонических структур и повышенной неотектонической трещиноватости пород с их водоносностью и экзогенными геологическими процессами.

Ключевые слова: инженерная геология, тектоника, неотектоническая трещиноватость, разломы, химический состав подземных вод, гидрогеологические параметры, Балтийский щит, Кольский полуостров.

INFLUENCE OF NEOTECTONICS ON THE ENGINEERING- GEOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF WATERS WITHIN THE EASTERN PART OF THE BALTIC SHIELD

The influence of neotectonic processes occurring in platform areas on engineering-geological conditions and hydro-geological situation on the example of the territory of the Kola Peninsula is considered. The spatial correlation of tectonic structures, increased neotectonic fracturing of rocks with their water content is established.

Keywords: engineering geology, tectonics, neotectonic fracturing, faults, chemical composition of groundwater, hydrogeological parameters, platform area, Baltic Shield, Kola Peninsula.

Введение

Проблемы геодинамики и неотектоники восточной части Балтийского щита не смотря на его длительное геологическое изучение, по многим вопросам остаются дискуссионными.

По данным глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ) строение литосферы Балтийского щита изучено достаточно подробно. Установлена горизонтальная неоднородность земной коры и ее значительная толщина, которая в центральной части щита достигает 65 км. Территория щита долгие годы считалась асейсмичной. По последним данным разные части (сектора) щита различаются по уровню напряженного состояния. Судя по выявленным

трендам за полвека, уровень напряжений на щите подвержен флуктуациям длительностью по 13–15 лет, что не отмечено на платформе [17].

Древние структуры фундамента и чехла платформ определяют развитие территории на современном неотектоническом этапе. Разрывные нарушения рассматриваются как глубинная причина опасных экзогенных геологических процессов: линейной, суффозии, оползнеобразования и др. [4, 14, 15]. Существуют теоретические проблемы, такие, например, как формирование трещинных структур массивов горных пород, соответственно неразрывно связанных с практическими – выделение и характеристика в массиве «проблемных зон» [12]. В целом, влияние современных тектонических процессов на инженерно-геологические и гидрогеологические условия Кольского полуострова изучено слабо.

Цель работы – Исследование влияния современных тектонических процессов, происходящих в метаморфизованных породах архея и протерозоя, а также образовавшихся в результате этих процессов структур на инженерно-геологические условия и динамику подземных вод.

Объект исследований – геологическая среда (горные породы, подземные воды) территории Кольского полуострова, расположенного на северной окраине Восточно-Европейской (Русской) платформы (рис. 1).



Рис. 1. Обзорная схема района исследований на космоснимке Кольского полуострова

Обзор изучения проблемы

В истории инженерно-геологических, гидрогеологических исследований рассматриваемой территории можно выделить три этапа: первый – дореволюционный, второй – с 1925 по 1941 г.г., третий – с 1945 г. по настоящее время.

Первый этап характеризуется эпизодическими исследованиями. Отрывочные сведения о подземных водах Кольского полуострова встречаются в отчете экспедиции Российской академии наук (Бетлинг, 1840 г.). В 1882 г. проводились геологические исследования при строительстве железной дороги

Выборг-Сортавала, в 1917 г. – изыскания по трассе Мурманской железной дороги с попутным описанием выходов подземных вод.

Второй этап. В конце 20-х – первой половине 30-х годов (1928-1935 г.г.) Ленинградским отделением института «Гидроэнергопроект» выполнялись рекогносцировочные исследования в долинах крупных рек Кольского полуострова – Умбы, Териберки, Поное, Туломы, Варзуги. В долине Туломы инженерно-геологические изыскания были весьма детальными и послужили обоснованием для проектирования крупной Нижне-Тулумской гидроэлектростанции.

Подробные исследования грунтов производились в 1932-1939 г.г. на территории Мурманска (Леноблпроект), Кандалакши (Ленгидэп), Кировска и Мончегорска (трест «Североникель», Ленгеолуправление).

Полученная в течение описываемого периода гидрогеологическая информация в 1939 г. была обобщена 4-м Геологическим управлением в форме кадастра подземных вод. В 1940 г. Ленгеолуправлением составлены каталог и карта выходов источников подземных вод Мурманской области.

В период Великой Отечественной войны (ВОВ) гидрогеологические работы по понятным причинам не проводились.

Третий этап. По окончании ВОВ инженерно-геологические, гидрогеологические работы возобновились, и в 1946 г. Ленгеолуправлением составлена первая научно обоснованная сводка по подземным водам Мурманской области (В.В. Сазонов).

В 1947 г. В.В. Сазоновым по материалам вышеуказанных работ, трудов финских и шведских гидрогеологов подготовлена монография по подземным водам Мурманской области, содержащая гидрогеологическую характеристику слагающих ее территорию пород. К монографии прилагались карты водоносности четвертичных отложений и дочетвертичных пород.

В процессе гидрогеологических исследований проводились опытные откачки из скважин и определялись водопритоки в горные выработки. Было установлено, что циркуляция подземных вод происходит по трещинам и отдельным зонам, расположенным среди менее трещиноватых или монолитных пород (Северо-Западное геологическое управление (СЗГУ), В.К. Богдановский).

Исследования СЗГУ, проводимые при разведке месторождений полезных ископаемых, позволили изучить гидрогеологические характеристики как глубокозалегающих горизонтов четвертичных отложений, так и кристаллических пород до глубины 200-300 м.

В 1955-1957 гг. Центральной поисково-ревизионной экспедицией № 1 при участии сотрудников кафедры гидрогеологии МГУ им. Ломоносова в пределах Ловозерского массива была исследована возможность применения гидрохимического метода для поисков редких и рассеянных элементов, а также меди, никеля, опубликованы работы о формировании в подземных водах аномальных содержаний вышеуказанных элементов (К.Е. Питьева, 1959-1963гг.).

В 1955 г. СЗГУ составлена карта основных водоносных горизонтов Мурманской области, вошедшая в Сводную карту основных водоносных

горизонтов Европейской части России, изданную ВСЕГИНГЕО под ред. В.И. Духаниной в 1961 г.

В 1961 г. впервые была предпринята попытка увязать водообильность пород с геоструктурными особенностями территории Мурманской области на гидрогеологической карте (М.Х. Зуммер, СЗГУ). В объяснительной записке к карте обосновывалась зависимость обводненности дочетвертичных отложений от характера и степени тектонических нарушений и раздробленности пород. Установлено, что наиболее обводненные участки пород приурочены к синклинальным зонам, а также к районам синклинальных погружений, а наименее обводненные породы наблюдаются в антиклинальных зонах.

Кольской научной школой геомеханики (чл.-корр. АН СССР И.А. Турчанинов), сформированной в 1960-х годах на базе Горно-металлургического института Кольского филиала АН СССР (с 2011 г. ФГБУН «Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук»), было экспериментально доказано существование горизонтальных тектонических напряжений в породах кристаллического фундамента и метаморфизованных толщах верхней части земной коры, разработаны способы учета этих напряжений при ведении горных работ и строительстве подземных сооружений.

В конце XX-начале XXI вв. на территорию Кольского полуострова было составлено несколько карт и схем неотектонического районирования [1, 7, 10, 13 и др.].

Методология и методика исследований

Для изучения неотектонических движений и их проявлений используются геологические, гидрогеологические, геофизические, геоморфологические и геодезические методы. В данной работе рассмотрены результаты применения геологических, гидрогеологических и геоморфологических методов исследования.

Методология оценки геодинамической активности территорий, а также роль геоактивных зон в формировании инженерно-геологических, гидрогеологических и геоэкологических условий подробно рассмотрена в работах И.С. Копылова [6-9]. Основными методами являются морфонеотектонический, линеаментно-геодинамический, структурно-гидрогеологический, структурно-геохимический методы. Одним из важнейших расчетных показателей для выявления геодинамических активных зон являются коэффициент интегральной неотектонической активности и плотность неотектонических линеаментов.

Геоморфологические методы базированы на анализе форм современного рельефа и истории его развития. На наличие неотектонических структур указывают повышенные значения коэффициентов расчлененности рельефа, извилистости водотоков, аномальных уклонов продольных профилей рек.

Гидрогеологические методы основаны на изучении расположения естественных выходов подземных вод из кристаллических пород, модуля подземного и химического стока (повышенные их количественные характеристики указывают на наличие трещинных зон). Выявленные линии

источников указывают на наличие и направление тектонических разломов, ограничивающих блоковые смещения, характерные для восточной части Балтийского щита.

Основные природно-геологические факторы формирования инженерно-геологических и гидрогеологических условий

Орографические условия

Особенностью гидрографической сети Кольского полуострова является большое количество озер. Ряд крупных водоемов – Умбозеро, Бол. Имандра, котловины которых имеют тектоническое происхождение, обладают вытянутой формой, крутыми скалистыми берегами и значительной глубиной. Они являются местными базисами разгрузки подземных вод зоны интенсивного водообмена.

Реки Умба (рис. 2), Нива, Монча, имеющие в своих бассейнах большое число озер разной величины, расположены преимущественно в центральной части полуострова. Они извилисты, часто встречаются перепады и пороги, нередки водопады. Это объясняется невыработанностью рек продольного профиля в связи с относительно недавним отступлением ледника. Наличие порогов обусловлено пересечением руслами рек выходов горных пород различной механической прочности. Более подвержены разрушению граниты, гнейсы и зеленокаменные породы, менее – кварциты. Наличие водопадов связано с уступами, образовавшимися в результате сбросов по тектоническим разломам. Резкое изменение направления течения рек под прямым и даже острым углом происходит вследствие пересечения тектонических разломов, к которым приурочены долины многих рек Кольского полуострова.



Рис. 2. Долина реки Умбы

Геологические условия

Восточная часть Балтийского кристаллического щита представляет собой обширную площадь развития преимущественно докембрийских пород архейского и протерозойского возраста.

Палеозойские кристаллические породы развиты только в западной половине Кольского полуострова и в северной Карелии в виде интрузий центрального типа. Наиболее молодыми среди палеозойских кристаллических пород являются верхнедевонские, обнаруженные в кровле Ловозерского интрузивного массива.

В тектоническом отношении исследуемая территория подразделяется на Кольский мегасинклиний и Беломорский мегантиклинорий.

Оба района представляют собой сложноскладчатые области, основными чертами тектоники которых являются чередование синклинальных и антиклинальных зон.

Кольский мегасинклиний охватывает центральную и северную части полуострова. Южной границей тектонического района является линия, проходящая по Имандро-Варзугскому синклинию, а юго-западная – по Печенгскому.

Тектоническая структура разделена на Северный, Кольско-Кейвский и Имандра-Варзугский синклинии, которые представлены осадочными, вулканогенно-осадочными и вулканогенными метаморфизованными породами.

Северный синклиний сложен верхнепротерозойскими образованиями, Кольско-Кейвский – архейскими и нижнепротерозойскими, Имандра-Варзугский – в основном среднепротерозойскими.

Указанные выше синклинальные зоны расчленены Мурманской и Центрально-Кольской антиклиналями, сложенными преимущественно гранито-гнейсами и гранитами. Границы между синклинями и антиклиналями тектонические.

Комплексы архейских пород, собранные в изоклинальные складки, обычно имеют крутое падение к юго-западу, а складки опрокинуты к северо-востоку. Протерозойские породы синклинальных зон падают к северо-востоку, а складки опрокинуты к юго-западу.

Беломорский район включает территорию, примыкающую с юга и запада к Белому морю, и определяется преимущественным развитием беломорских гнейсов архея.

Район характеризуется сложными структурными формами, которые сформированы сильно гранитизированными архейскими гнейсами и породами гранулитовой формации.

Беломорский мегантиклинорий разделен на Терско-Нотозерскую и Кандалакшско-Ковдозерско-Беломорскую антиклинальные зоны, которые разделены синклиналью.

Для обоих районов восточной части Балтийского кристаллического щита Кольского полуострова характерно общее западно-северо-западное и северо-западное простирание осей складок. Отмечены и разнонаправленные складки более низкого порядка.

Важным структурным отличием Кольского и Балтийского районов является обратное опрокидывание складок. Для складчатых архейских и, частично, протерозойских пород Кольского района характерно юго-западное падение складок, а для архейских пород района Беломорского канала характерно господствующее северо-восточное падение с опрокидыванием изоклинальных складок к юго-западу. В тех местах, где развиты карелиды – складчатые структуры, относящиеся к карельскому тектоно-магматическому циклу, с частым чередованием кварцитов и зеленокаменных пород, резко различных по своей устойчивости к выветриванию, сформировался так называемый сельговый (структурно-грядовый) тип рельефа. Кварцитами здесь сложены узкие и относительно высокие (до 300-400 м) гряды, а зеленокаменными породами – ложбины между ними.

Согласно третьему изданию Международной тектонической карты Европы (1996) [16], архейские и ранне-, среднепротерозойские (нижнепротерозойские, Стратиграфический кодекс 2006 г.) деформированные комплексы восточной части Балтийского щита представляют:

Гранит-зеленокаменные области (кратоны):

- гнейсовые, гранит-гнейсовые комплексы, включая тоналитовые и трондьемитовые гнейсы раннего и позднего архея (нижнеархейская и верхнеархейская эонотемы);

- комплексы зеленокаменных поясов нерасчлененного архея.

Гранулит-гнейсовые области (пояса и массивы):

- гнейсы, эндербитовые гнейсы, плагиогнейсы раннего и позднего архея;
- гранулит-гнейсовые комплексы, включая метабазитовые и прочие гранулиты;

- свекофенской эпохи протерозоя (нижнепротерозойская эонотема) [16];

- комплексы беломорского пояса (метаморфиты высоких давлений и температур с элементами сходства с гранит-зеленокаменными и гранулит-гнейсовыми комплексами) позднего архея.

К гранулит-гнейсовым комплексам нижнего протерозоя относятся и образцы горных пород, представленные на рис. 3. Гнейсы являются породами высокой степени метаморфизма, сформированными при температуре 700-1000⁰С и давлении 1000-1400 МПа. Анизотропия свойств выражена отчетливо, но не имеет существенного значения при инженерно-геологической оценке, поскольку физико-механические свойства достаточно высоки как вкрест, так и параллельно сланцеватости [4]. Породы верхнеархейского AR₂ (верхнелопийского LP₃) и нижнепротерозойского PR₁ (нижне-, верхнекарельского KR₁, KR₂) возраста содержат трещинно-жильные воды питьевого качества.

Восточная часть Балтийского щита, сложенного древними кристаллическими породами, представляет собой особый гидрогеологический регион – массив трещинных подземных вод, резко отличный от прилегающего к нему с востока и юга Русского артезианского бассейна.

Территория расположена в пределах Восточно-Балтийского гидрогеологического массива, содержащего трещинно-жильные воды.

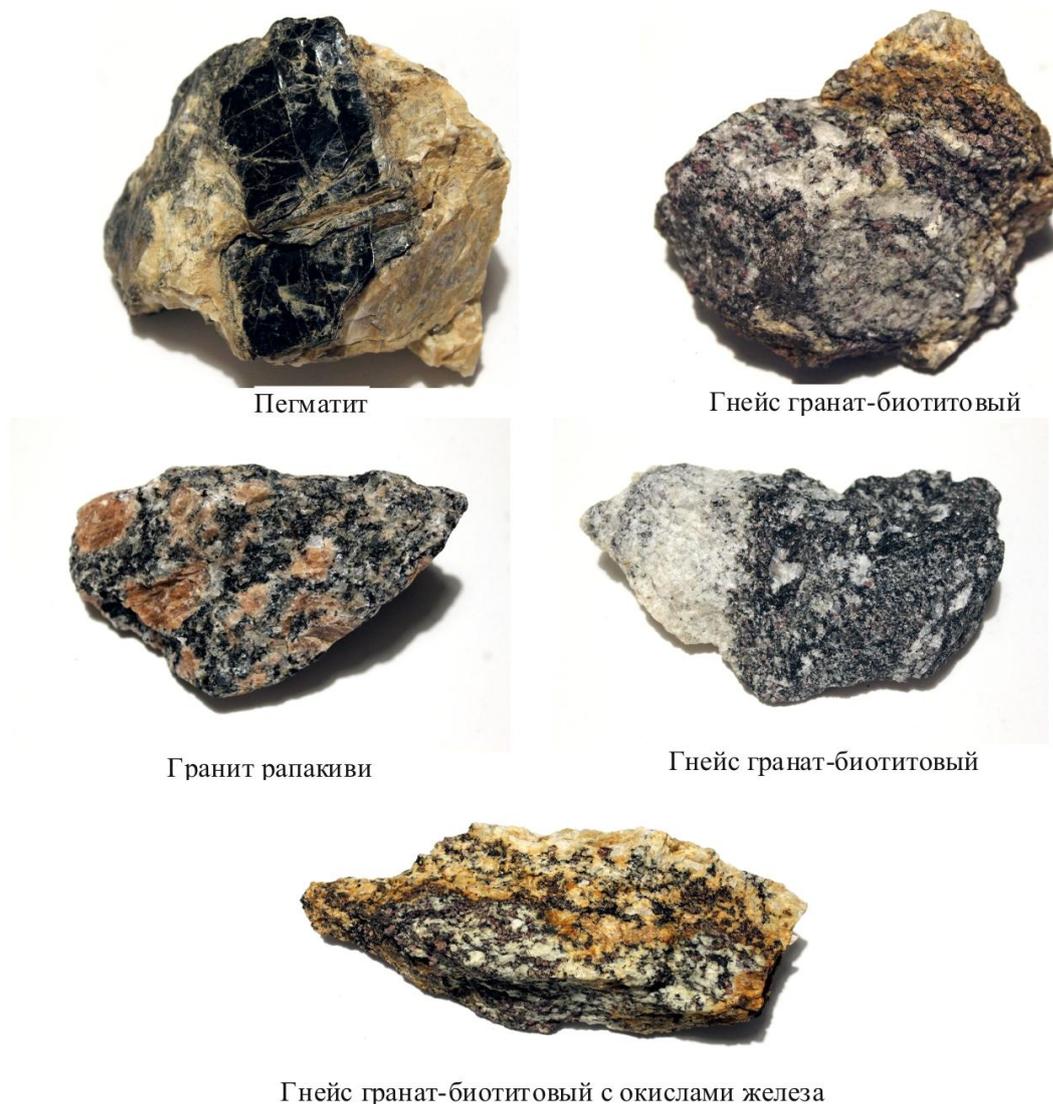


Рис. 3. Образцы горных пород района исследований (фото М.М. Санкло)

Подземные воды питьевого качества приурочены к трещиноватым зонам архейских и протерозойских кристаллических пород, а также к морским и водно-ледниковым отложениям четвертичного возраста. 97 % утвержденных запасов подземных вод приходится на водоносный горизонт четвертичных отложений, 2% – на смешанный тип водоносного горизонта и только 1 % на водоносный комплекс кристаллических пород. При этом основной водоотбор (82%) осуществляется именно из водоносного комплекса древних, дорифейских кристаллических пород Балтийского щита.

Многолетний период наблюдений показывает, что четвертичные водоносные горизонты более подвержены техногенному загрязнению. Химический состав трещинных вод архея и протерозоя достаточно стабилен. Родоновые воды Кольского полуострова относятся к холодным слабоминерализованным водам, приуроченным к кислым породам, в частности, к нижнепротерозойским гранитам. Наиболее перспективными участками для нахождения подземных вод с высоким содержанием радона являются районы развития тектонических нарушений в кристаллических породах, залегающих в

синклинальных структурах [3], на границах неотектонических блоковых структур, в зонах повышенной тектонической и неотектонической трещиноватости с повышенной геодинамической активностью.

Результаты исследований и их обсуждение

1. Изучение блоковой тектоники и неотектоники

Согласно общепринятой схеме подразделения разрывных нарушений для целей инженерной геотектоники (несмотря на некоторые терминологические разночтения), различают глубинные разломы, разрывы и трещины [6, 13, 14]. Основной структурный облик восточной части Балтийского щита создают региональные и локальные разломы и линеаменты, пересекающие массив кристаллических пород на отдельные блоки (рис. 4).

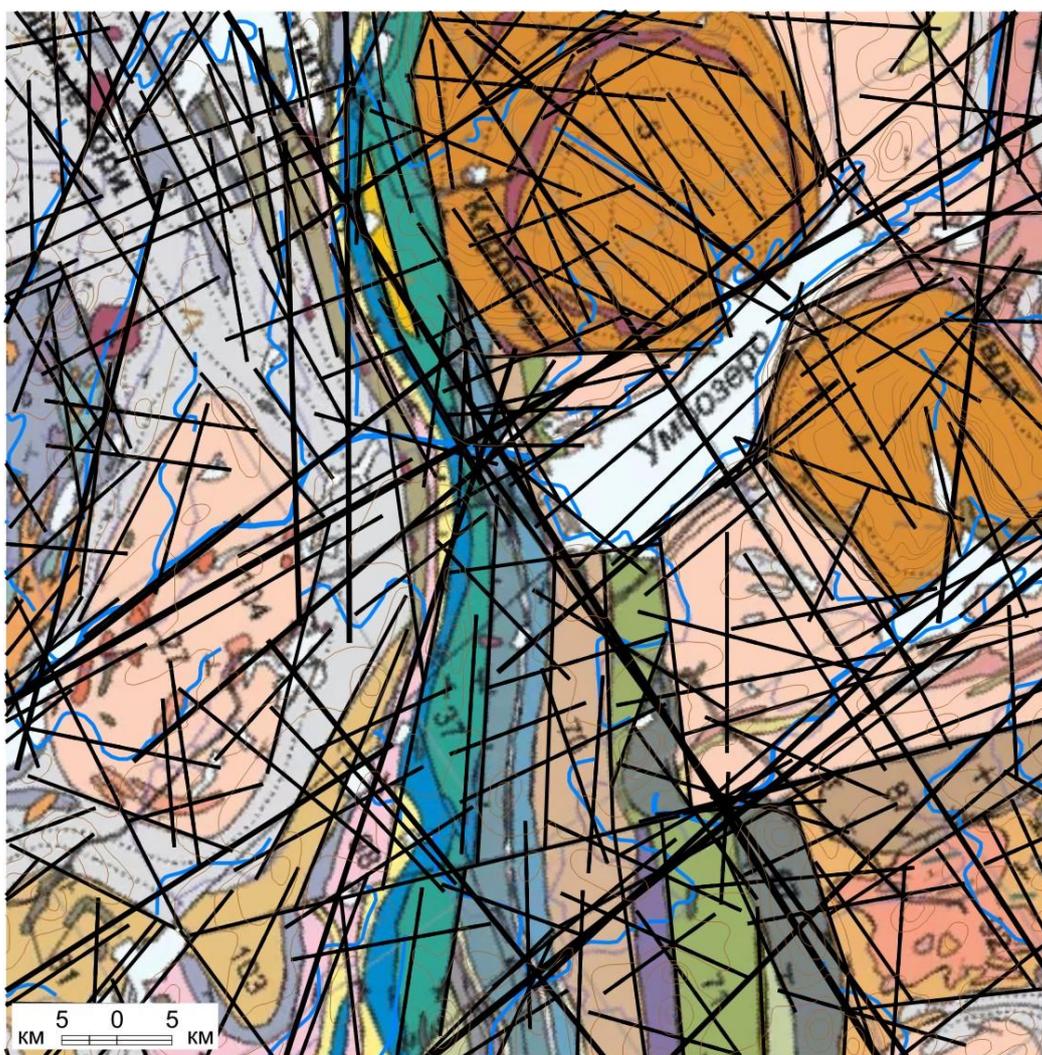


Рис. 4. Фрагмент линеаментно-геодинамической карты (И.С. Копылов, 2018) с наложением на геологическую основу по [2]

Дешифрированием космических снимков выделено более 300 прямолинейных линеаментов регионального, зонального и локального уровней. Характерны региональные линеаменты диагональной системы с

протяженностью более 50 км, локальные и зональные линеаменты (10-50 км) различной ориентировки создают зоны высокой трещиноватости, которые концентрируются на границах 6 блоковых структур.

Такие блоки, созданные вертикальными поднятиями (усилиями дизъюнктивной тектоники), выражены сетью взаимно перпендикулярных, радиально-концентрических и других тектонических разломов, выявляемых линеаментно-геодинамическим и гидрогеологическим методами.

На рис. 5 представлен восточный борт открытой тектонической сбросовой трещины (гранулит-гнейсовые комплексы нижнепротерозойской эонотемы). При этом часть локальных разломов и тектонических трещин (нередко сбросового характера) относятся к более молодым тектоническим движениям, имевшим место в плейстоценовую и голоценовую эпохи четвертичного периода.



Рис. 5. Восточный борт тектонической сбросовой трещины

Кроме относительно глубоких, до 200 (рис. 6), местами до 600-700 м трещин тектонического происхождения, на поверхности кристаллических пород встречаются трещины выветривания и трещины отдельности.

На распределение напряжений в гранито-гнейсовых массивах горных пород определяющее влияние оказывает трещиноватость и ориентировка тектонических разрывов [12].

Региональным и локальным разломам повсеместно сопутствуют тектонические трещины оперения. На рис. 7 представлена идущая с юга на север сбросовая оперяющая открытая тектоническая трещина глубиной 150-200 м, с углом падения $65-80^{\circ}$.



Рис. 6. Тектоническая трещина южного простирания



Рис. 7. Оперяющая трещина северо-восточного простирания

2. Гидрогеологические исследования

Основным объектом изучения являлся водоносный комплекс протерозоя и архея (Ак1), представленный метаморфизованными вулканогенно-осадочными комплексами кольской серии.

В процессе работ было пробурено три поисковых скважины в центральной части Кольского полуострова. Первая скважина расположена на водоразделе. Скважиной вскрыты монолитные кристаллические породы,

представленные гранито-гнейсами. При достижении глубины 47,0 м бурение скважины остановлено в виду полной бесперспективности данного участка для решения задачи промышленного водоснабжения объекта.

Вторая скважина расположена в 50 м юго-восточнее первой. С 54,0 м начались монолитные породы, водопритоки крайне незначительные. При достижении глубины 87,0 м бурение скважины остановлено, так как получены граничные данные по распространению зоны трещиноватости в плане и в разрезе.

Третья скважина, расположенная в зоне открытой тектонической трещины, пройдена до глубины свыше 150,0 м. Получены промышленные притоки воды в ствол скважины, источником водоснабжения служат подземные воды, приуроченные к сильно-трещиноватым гранулит-гнейсовым комплексам нижнего протерозоя.

Таким образом, промышленные притоки воды получены именно в зоне открытой тектонической сбросовой трещины. В результате анализа и обобщения полученных материалов можно проследить связь инженерно-геологических и гидрогеологических условий с разрывными нарушениями. Зная, что притоки подземных вод в стволы поисковых скважин обеспечены наличием трещинных зон, необходимо учитывать, что подземные воды при инженерно-геологической оценке разрывных нарушений массивов грунтов рассматривают как силовой фактор [13], воздействие которого ведет к изменению напряженного состояния массива, снижению его прочности и устойчивости. Однако наличие даже крайне неблагоприятного структурного фактора само по себе еще не является достаточным обоснованием отказа от выбранного участка. При поиске инженерных решений необходимо учитывать экономическую целесообразность укрепления ослабленного структурными дефектами скального массива.

Заключение

Установлено, что разрывные структуры в виде крупных трещинных зон, к которым приурочены пресные подземные воды, простираются в северо-северо-восточном и южном направлениях (имеют субмеридиональное простирание).

Анализ расположения естественных выходов подземных вод из трещиноватых кристаллических пород позволил выявить наличие и направление тектонических нарушений, характерных для восточной части Балтийского щита. Промышленные притоки воды в ствол поисковой скважины получены именно в зоне открытой тектонической сбросовой трещины.

Библиографический список

1. Введенская А.Я., Дертев А.К. Современная геодинамика, битуминозность и газоносность Кольского полуострова // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2007. Т. 2. С. 34.
2. Геологическая карта Кольского полуострова. Масштаб 1:2 000 000 / Ред. Ф.П.Митрофанов. МПР РФ, ГИ КНЦ РАН. Апатиты, 2001.
3. Гидрогеология СССР. Т. XXVII, Мурманская область и Карельская АССР. Северо-Западное территориальное геологическое управление. Тематическая комплексная экспедиция. М., «Недра», 1971. 295 с.
4. Грунтоведение / Под ред. В.Т. Трофимова. 6-е изд., переработ. и доп. М., Изд-во МГУ, 2005. 1024 с.
5. Жамойда А.И. Ключевые проблемы Международной стратиграфической шкалы (по материалам 32-й сессии МГК и МСК России. С.-Пб., 2005.
7. Карта геоморфолого-неотектонического районирования нечерноземной зоны РСФСР. М-б 1: 1 500 000 / Гл. ред. В.И. Бабак. М.: ГУГК СССР, 1980.
6. Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4.
7. Копылов И.С. Гидрогеологическая роль геодинамических активных зон. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 9-3. С. 86-90.
8. Копылов И.С. Инженерно-геологическая роль геодинамических активных зон // Успехи современного естествознания. 2014. № 5-2. С. 110-114.
9. 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.
10. 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.
11. Кудлаева А.Л. Новейшие тектонические движения Кольского полуострова и некоторые аспекты их влияния на размещение гипергенных полезных ископаемых // Коры выветривания и гипергенные полезные ископаемые восточной части Балтийского щита. Апатиты, изд.Кольского филиала АН СССР, 1983. С. 119-134.
12. Куринов М.Б. Формирование и инженерно-геологическая характеристика трещинных структур гранито-гнейсовых массивов (на примере севера Балтийского щита) / дис. ... канд. геолого-минералогических наук. М., 1984.
13. Лобацкая Р.М., Кофф Г.Л. Разломы литосферы и чрезвычайные ситуации. М.: Российское экологическое федеральное информационное агентство, 1997. 196 с.
14. Несмеянов С.А. Введение в инженерную геотектонику. М., Научный мир, 2004. 216 с.
15. Николаев Н.И. Новейшая тектоника и геодинамика литосферы. М., «Недра», 1988. 491 с.
16. Тектоническая карта Европы масштаба 1:5 000 000 / Под ред. В.Е. Хаина, Ю.Г. Леонова. 3-е изд. С.-Пб., ВСЕГЕИ, 1996.
17. Усольцева О.А., Гамбурцева Н.Г., Гамбурцев А.Г., Никонов А.А., Кузнецов О.П. Современные геодинамические процессы в литосфере Балтийского щита // Пространство и Время. 2015. № 1-2 (19-20). С. 307-313.

Г.Р. Сафина, В.А. Федорова
Казанский (Приволжский) федеральный университет

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭКЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ГОРОДА

Рассмотрены современные экзодинамические процессы, развивающиеся в пределах города Чистополь. Анализ разновременных картографических материалов показал, что интенсивность процессов эрозии и абразии не представляет серьезной угрозы территориальному развитию города.

Ключевые слова: экзодинамические процессы, город, территория, эрозия, овражно-балочные системы, абразия.

G.R. Safina, V.A. Fedorova
Kazan (Volga region) Federal University

FEATURES OF DEVELOPMENT OF MODERN EXODYNAMIC PROCESSES AND THEIR EFFECT ON THE TERRITORIAL DEVELOPMENT OF THE CITY

The modern exodynamic processes developing within the city of Chistopol are considered. Analysis of multi-time cartographic material showed that the intensity of the processes of erosion and abrasion does not pose a serious threat to the territorial development of the city.

Keywords: exodynamic processes, city, territory, erosion, ravine girder systems, abrasion.

Введение

В настоящее время для динамично развивающихся городских систем проблема территориальных резервов является достаточно актуальной, поскольку крупный город ощущает все большую потребность в новых ресурсах развития – территориях, инфраструктуре, источниках водоснабжения и т.д., но в пределах городской черты многие из них оказываются исчерпанными или близкими к исчерпанию [1, 2, 3]. Увеличение площади городской территории не может происходить бесконечно, на определенном этапе оно становится источником экологических, социальных и экономических проблем. В последнее время в мировой практике активно реализуется концепция «компактного города», предполагающая эффективное, максимально возможное использование территориальных городских ресурсов.

Проблему территориальных резервов городов невозможно рассматривать в отрыве от физико-географических и геолого-геоморфологических условий, что обусловлено двумя основными причинами:

1. Возникновением и развитием многих городов в условиях сложного рельефа, что в большинстве случаев предопределено историческими аспектами

(необходимостью создания опорных баз, имеющих стратегическое значение на сухопутных и водных коммуникациях; желанием основания города-убежища в труднодоступном районе), а также возможностью эффективного использования различных природных ресурсов (разработка месторождений полезных ископаемых, развитие рекреации в условиях горных районов и т.п.) [4, 5, 6];

2. Постоянными процессами развития рельефа городов (при кажущейся стабильности), которые, безусловно, оказывают влияние на многие характеристики – приоритетные направления развития в пространстве, рисунок транспортной сети, вид, характер и этажность застройки и др. [7].

Экзогенные процессы, проявляющиеся в пределах городских территорий, сокращают участки, потенциально пригодные для строительства различных объектов, и создают определенные опасности для уже существующих строений. В зависимости от природных особенностей конкретных территорий это могут быть такие процессы, как эрозия, карст, суффозия, оползание и абразия.

Цель данной работы – определить особенности развития современных экзодинамических процессов и оценить их влияние на территориальное развитие города Чистополь (Республика Татарстан).

Город Чистополь расположен в 135 км в юго-восточном направлении от Казани, на левом берегу р. Кама, в районе Куйбышевского водохранилища. Город располагается на высокой надпойменной террасе левобережья р. Камы, характеризующейся относительно спокойной поверхностью с общим уклоном к р. Каме. Абсолютные отметки изменяются от 53 до 98 м. В геологическом строении рассматриваемой территории принимают участие коренные породы перми и неогена, а также четвертичные образования [8].

Методика

Исходным материалом для характеристики современной овражной эрозии послужила топографическая карта города (масштаб 1:5000) [9], которая была оцифрована в программе MapInfo, что позволило идентифицировать современные овраги и создать векторизованный слой овражной сети города Чистополь. В ходе работы был определен ряд морфометрических показателей, характеризующих овражную сеть: протяженность (км), площадь (км^2), густота ($\text{км}/\text{км}^2$), плотность (вершин/ км^2), количество вершин (шт.).

В качестве исходных данных для оценки абразионных процессов были использованы разновременные космические снимки города Чистополя (1975 и 2016 гг.), выполненные в один и тот же сезон года. Снимки были привязаны в программе «Google Earth Pro», что позволило получить морфометрические данные, характеризующие интенсивность процессов абразии.

Результаты

Территория города Чистополь расчленена глубокой овражно-балочной сетью, вытянутой в северном и северо-восточном направлениях. На плане города 1829 года отчетливо прослеживается эрозионная сеть, сохранившаяся и до настоящего времени – овраг Ржавец, речка Берняжка и др. Однако современная овражная сеть на территории города не имеет широкого распространения.

Основные морфометрические характеристики современной овражной эрозии представлены в таблице 1.

Таблица 1

Морфометрические характеристики современных оврагов города Чистополя

Количество оврагов	Общая длина оврагов (км)	Площадь оврагов (км ²)	Количество вершин
72	10,79	1,41	113

Все овраги можно охарактеризовать как растущие. В целом в г. Чистополь густота овражной сети составляет 0,56 км/км², при плотности 5,87 ед./км².

Следует отметить, что современные овраги приурочены в основном к склонам более крупных и древних эрозионных форм – рек и балок – Берняжка, Ерыкла и Ржавец. Склоны современных оврагов преимущественно крутые, нередко обрывистые, сложены супесями и суглинками.

Значительное количество оврагов в городе приурочено к долине реки Ерыкла, здесь же отмечаются и высокие показатели их протяженности. Однако наибольшую площадь занимают овраги, расположенные в бассейне реки Ржавец (1,08 км²), хотя их протяженность не является максимальной. Данный факт объясняется тем, что овраги в долине реки Ржавец имеют несколько вершин и рост оврагов происходит, главным образом, за счет боковой эрозии (табл. 2).

Таблица 2

Морфометрические характеристики современных оврагов по долинам рек

Наименование реки	Количество оврагов	Общая длина оврагов (км)	Площадь (км ²)	Количество вершин
Ржавец	21	2,41	1,08	39
Берняжка	20	2,59	0,08	24
Ерыкла	29	3,38	0,13	35
Другие овраги	2	2,41	0,13	15

Таким образом, в городе Чистополь современная овражная эрозия развивается преимущественно в древних долинах и балках. Развитию овражной эрозии способствуют неорганизованный поверхностный сток и наличие легко размываемых грунтов. Рассчитанные морфометрические показатели свидетельствуют о том, что эрозионные формы имеют ограниченное распространение и незначительные площади, но тем не менее при активном освоении городской территории они могут выступать в качестве резервных территорий в городе.

Побережье Куйбышевского водохранилища в районе города представлено берегами двух типов – абразионными и аккумулятивными при явном преобладании последнего. Анализ разновременных карт береговой линии Куйбышевского водохранилища в пределах города Чистополь показал, что за более чем сорокалетний период произошло изменение береговой линии. Так, на большей части побережья в пределах города отмечается ее отступление, которое на отдельных участках достигает 50 м. Однако следует отметить и участки, где ширина побережья существенно увеличилась (табл. 3, рис. 1). Полевые исследования показали, что столь значительное изменение обусловлено развитием инфраструктуры и рекреационных зон города.

Таблица 3

Динамика береговой линии исследуемых участков

Номер участка	№1	№2	№3	№4
Изменение береговой линии (м)	+20,0	+22,9	+33,6	-52,4

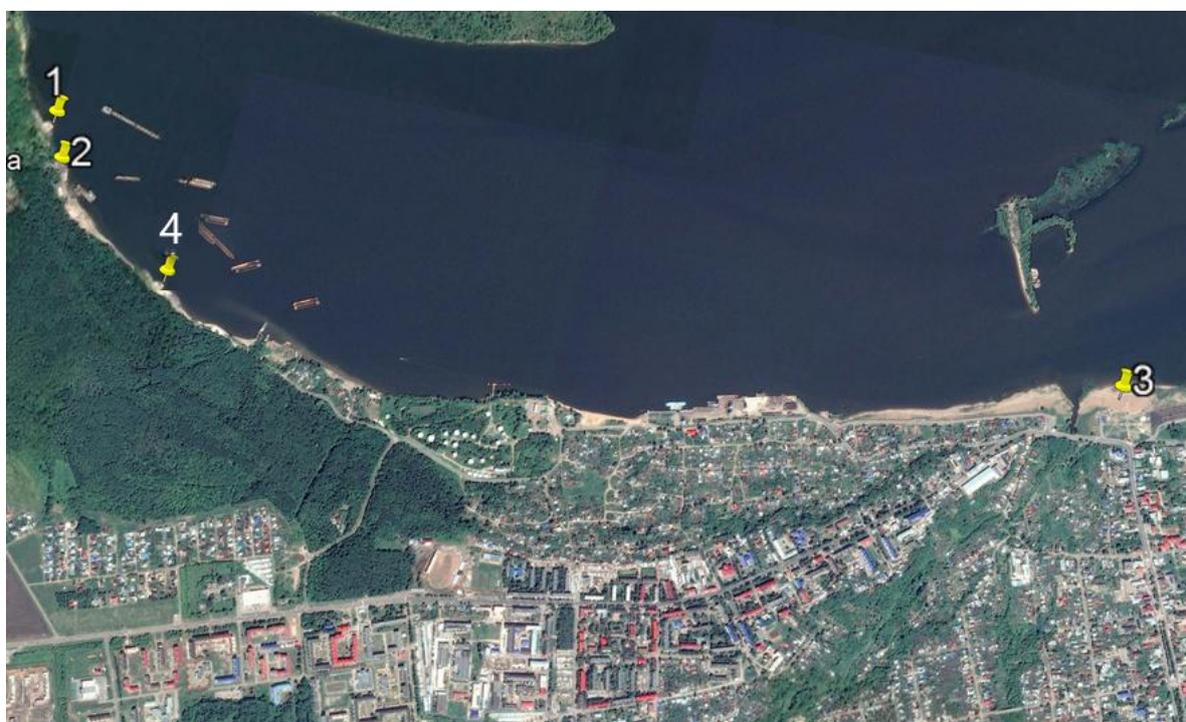


Рис. 1. Расположение участков наблюдения в г. Чистополь

На участке 1 развитию абразионных процессов препятствует построенный речной причал. В настоящее время указанный объект не функционирует, однако оставшиеся неэксплуатируемые сооружения способствуют сохранению существующей береговой линии.

Участок 2 изначально представлял собой конус выноса балки, на современном этапе данная территория используется для складирования привозимого песчаного материала, что не допускает развитие абразии.

Участок 3 представлен современной, вновь созданной рекреационной зоной города, расположенной почти в его центре. Для создания парка были проведены значительные работы по созданию искусственных земельных участков (путем насыпки грунта), в результате чего ширина речной акватории на данном участке сократилась, а береговая линия наступила на водоток более чем на 30 м.

Участок 4 является примером территорий, существенно подверженных абразионному разрушению, в результате чего отступление берега за исследуемый временной интервал достигло 52,4 м.

Таким образом, абразионные процессы на Куйбышевском водохранилище в пределах города Чистополь развиваются достаточно активно – на отдельных участках отступление береговой линии составляет более 50 м. Однако, в ряде мест их развитию препятствуют некоторые элементы сферы жизнеобеспечения города – объекты инфраструктуры и рекреационной зоны. В результате на разных участках побережья в городе отмечаются разнонаправленные процессы – как сокращение, так и прирост площади территории. Причем, прирост происходит в центральной части города, которая испытывает наиболее значительный дефицит земельных ресурсов. Вновь созданные земельные участки позволили организовать рекреационные объекты, способствующие повышению качеству городской среды.

Заключение

Дефицит территории в пределах современных городов может усугубляться достаточно сложным рельефом и активным проявлением экзодинамических процессов, которые способствуют еще большему сокращению площади, потенциально пригодной для развития. В г. Чистополь современные экзогенные процессы, представленные эрозией и абразией, не представляют серьезной опасности с точки зрения сокращения современной территории города.

Библиографический список

1. Федорова В.А., Сафина Г.Р. Мировой и Российский опыт решения территориальных проблем городов // *Успехи современного естествознания*, 2017. № 3. С. 141-145.

2. Safina G.R., Fedorova V.A., Sirotkin V.V., Gasanov I.M. Territorial reserve softmajor cities: challenges, experience, solutions // *International Journal of Pharmacy and Technology*. 2016. T.8. № 3. S.14864-14871.

3. Safina G. R., Fedorova V. A. and Medvedeva R. A. Gullies and dry-valley systems of Kazan as a territorial reserve for the development of the city // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 107 (2017) 012021 doi:10.1088/1755-1315/107/1/012021.

4. Антропогенная геоморфология / отв.ред. Э.А. Лихачева, В.П. Палиенко, И.И. Спасская. М.: Медиа-ПРЕСС, 2013. 416 с.

5. Ковалев С.Н., Никольская И.И., Веретенникова М.В. Специфика оврагообразования в городах // *Геоморфология*. 2010. № 4. С. 12-19.

6. Крогиус В.Г. Город и рельеф. М.: Стройиздат, 1979. 124 с.

7. Рельеф среды жизни человека (экологическая геоморфология) / отв. ред. Э.А. Лихачева, Д.А.Трофимов. М.: Медиа-ПРЕСС, 2002. 640 с.

8. Дятлова В.К., Гордеева О.Л., Костин Б.М. Отчет по групповой гидрогеологической и инженерно-геологической съемке М1:200000 листов N-39-VIII N-39-IX (Камское Устье, Алексеевское) и гидрогеологическому доизучению и инженерной геологической съемке М1:200000 листа N-39-IX (Чистополь), выполнены Горьковской ПСП в 1985-90гг. Нижний Новгород 1990. 270с.

9. Чистопольский муниципальный район. Генеральный план г. Чистополь Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) и охрана окружающей среды. (том 4), Казань 2004г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://chistopol.tatarstan.ru/rus/generalniy-plan.htm?page=3> (Дата обращения 27.03.2018).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта № 17-13-16003-ОГН».

ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЩЕСТВЕННОГО ТОРГОВОГО ЦЕНТРА В ГОРОДЕ АЛЬМЕТЬЕВСК РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Рассмотрены инженерно-геологические условия территории проектируемого многоэтажного здания в городе Альметьевск, включая рельеф, геологическое строение, геоморфологические и гидрогеологические условия, состав, состояние и свойства грунтов и подземных вод, геологические и инженерно-геологические процессы в сфере взаимодействия проектируемого объекта с геологической средой с целью получения необходимых материалов для проектирования, строительства и эксплуатации объекта.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, общественный центр, условия территории строительства, проектирование объекта, город Альметьевск.

V.D. Fajzullina
ООО «GeoTechProject», Bugulma,

ESTIMATION OF CONDITIONS FOR THE CONSTRUCTION OF A PUBLIC SHOPPING CENTER IN THE CITY OF ALMETYEVSJK

The information of engineering geological conditions of the territory of the projected multi-storey building in the city of Almetyevsk including the relief geological structure geomorphological hydrogeological conditions composition state and properties of ground and groundwater geological processes in the sphere of interaction of the projectad object from.

Key words: engineering geological conditions, community center, construction site conditions, designing an object, the city of Almetyevsk.

Введение

Инженерно-геологические изыскания должны обеспечивать комплексное изучение инженерно-геологических условий района проектируемого строительства, включая рельеф, геологическое строение, сейсмотектонические, геоморфологические и гидрогеологические условия, состав, состояние и свойства грунтов, геологические и инженерно-геологические процессы, и составление прогноза возможных изменений инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия проектируемых объектов с геологической средой с целью получения необходимых и достаточных материалов для обоснования проектной подготовки строительства, в том числе мероприятий инженерной защиты объекта строительства и охраны окружающей среды.

Объект исследований – геологическая среда г. Альметьевска.

В административном отношении исследуемая территория расположена в городе Альметьевск Республики Татарстан. Альметьевск граничит на севере с Нижнекамским, Заинским, Сармановским муниципальными районами, на востоке – с Азнакаевским, на западе – с Новошешминским, на юге и юго-

востоке – с Черемшанским, Лениногорским и Бугульминским муниципальными районами.

Цель исследований – сделать анализ факторов формирования инженерно-геологических условий и получить необходимые инженерно-геологические данные для проектирования крупного строительного объекта в городе Альметьевске.

Основные факторы формирования инженерно-геологических условий, оказывающих влияние на инженерно-геологическую обстановку разделяются на географические, геологические и гидрогеологические факторы. Они определяют разнообразие природных условий, сложность тектонических, геологических, геоморфологических, гидрогеологических условий, многообразие проявлений и участков распространения опасных геологических процессов [2-5, 7].

Географические факторы

Рельеф района представляет собой возвышенную всхолмленную равнину, сложенную осадочными породами и расчлененную густой сетью речных долин, балок и оврагов. В пределах района равнина наклонена в северо-западном направлении, куда и текут главные реки района – Степной Зай, Шешма и ее правый приток Кичуй. Абсолютные высоты равнин изменяются от 320-340 м в восточной части района до 200-210 м в западной. Высшая точка (343 м) расположена на водоразделе р. р. Шешмы и Степного Зая близ верховий р. Кичуй. Самая низкая отметка (63 м) характерна для меженного уровня р. Шешмы выше с. Новотроицкое, где река покидает пределы района. Разница высот рельефа составляет, таким образом, 280 м. Поверхности водоразделов лежат на двух высотных уровнях, образуя верхнее и нижнее плато. Они разделены склоном высотой 60-80 м. Верхнее плато (280-320 м) сохранилось в восточной части района, где находятся высшие точки рельефа (330-343 м). Нижнее плато (200-240 м) занимает западную часть города и также имеет всхолмленный рельеф. Созданные густой (0,35-0,40 км/км²) речной сетью долины можно поделить на три типа. К первому типу относятся долины самых значительных рек района – Степного Зая, Шешмы, частично, за исключением верховий, Кичуя. Для них характерна резко выраженная асимметрия склонов. Правые склоны более круты (1530°). Город Альметьевск расположен на левом склоне долины р. Степной Зая. Широкие поймы основных рек, преимущественно, левобережные, изобилуют озерами-старицами. На всех реках района насчитывается около 130 пойменных озер. Асимметрия склонов рассматриваемых долин создана смещением рек вправо. Величина смещения русел составляет от 2 до 6 км. Ко второму типу относятся многие четвертичные долины малых рек с климатической асимметрией склонов. Крутыми (до 20-30°) являются хорошо прогреваемые склоны, обращенные на юг, юго-запад и запад. Противоположные склоны пологие, в нижней части покрыты мощными (до 10-15 м) шлейфами бурых суглинков и щебня. К третьему типу относятся разновозрастные долины многочисленных малых рек с симметричными или слабо асимметричными склонами малой и средней крутизны. Преимущественно это долины притоков основных рек, склоны которых

обращены на северо-запад и юго-восток, в связи с чем они прогревались и разрушались в равной мере и приобрели почти симметричные очертания [1].

Рассматриваемая территория характеризуется умеренно-континентальным климатом, с продолжительной холодной зимой и жарким коротким летом. Самым теплым месяцем является июль со среднемесячной температурой воздуха плюс 19,6⁰С. Самый холодный месяц – январь со среднемесячной температурой минус 11,5⁰С. Максимальные температуры повышаются летом до 36-38⁰С тепла, абсолютный минимум достигает минус 47⁰С. Расчетная зимняя температура воздуха составляет –30⁰С. Продолжительность безморозного периода – 143 дня. Средняя температура наиболее холодной части отопительного периода равна –17⁰С. Глубина сезонного промерзания грунта составляет 1,8 м.

В 700 м от изучаемой территории расположения проектируемой площадки находится городское озеро, которое впадает в реку Степной Зай.

Территория района неоднородна в почвенном отношении. Преимущественное распространение имеют серые лесные и черноземные почвы. По правобережью Степного и Лесного Зая большей частью встречаются выщелоченные, оподзоленные, маломощные, среднемощные и редко карбонатные черноземы, а на участке от н. п. Акташ до с. Поручиково – коричнево-серые и коричнево-темно-серые лесные почвы. На водоразделах рек Степной Зай – Кичуй, Кичуй – Шешма получили наибольшее распространение черноземы оподзоленные маломощные и среднемощные глинистого и тяжелосуглинистого механического состава. В приречных долинах значительные площади заняты плодородными пойменными почвами [1, 6].

В геоморфологическом отношении объект изысканий приурочен к правобережной долине реки Степной Зай, левого притока реки Кама.

Поверхность проектируемой площадки спланированная, в целом спокойная с общим уклоном в северном направлении. Абсолютные отметки колеблются от 125,2 м до 128,6 м.

Естественная растительность на территории изысканий сохранилась в виде отдельных посадок деревьев и травяной растительности, преобладают заасфальтированные участки территории.

Вследствие развития торгового центра, территория изысканий хозяйственно осваивается и несет следы территории с техногенными нагрузками, заключающихся в срезке грунта, обваловке, насыпей грунтов, наличия сети инженерных коммуникаций и сооружений.

Существующие в пределах территории изысканий здания и сооружения преимущественно I и II уровней ответственности, строительство которых осуществлялось по проектам массового (типового) и повторного применения (строящаяся подземная парковка, жилые дома, банк, музей, магазины, детская площадка, ПАО «Татнефть и др.).

Имеются инженерные коммуникации (водоканал, ГРЭС, тепловые сети, кабели, и др.) как подземного, так и наземного заложения.

Геологические факторы

В тектоническом отношении Альметьевск расположен в пределах Русской платформы, Южно-Татарского (Альметьевского) свода. Вытянутый в субширотном направлении Альметьевск своей восточной частью расположен в центре этой крупной структуры, западной частью – на западном ее крыле. Кристаллический фундамент располагается на глубине более 2 км. Мощная толща осадочных пород представлена отложениями девонского, каменноугольного и пермского периодов.

Наибольшее значение имеют отложения, слагающие основание и активную зону проектируемой площадки. В геолого-литологическом строении изучаемой территории до разведанной глубины 25 м принимают участие аллювиальные, аллювиально-делювиальные отложения четвертичного возраста и элювиальные верхнепермские отложения, перекрытые с поверхности техногенными отложениями четвертичного возраста.

В целом геолого-литологическое строение исследуемой территории характеризуется относительной выдержанностью грунтов по площади и глубине, однородностью их состава и однородностью состояния.

Район не относится к сейсмоопасным, т.к. фоновая сейсмичность не превышает 6 баллов, поэтому проектируемое сооружение (торговый центр) могут рассчитываться без учета сейсмических воздействий.

Гидрогеологические факторы

Гидрогеологические условия территории на момент изысканий (16-17 августа 2017г.) до изученной глубины 25 м (основание и активная зона проектируемого общественного центра) характеризуются наличием одного невыдержанного горизонта подземных вод – единого первого от поверхности водоносного горизонта в толще четвертичных отложений [8].

Подземные воды четвертичных отложений приурочены к грунтам ИГЭ-2. Вскрыты они на период бурения на всей площадке общественного центра в скважинах 2, 3, 4 на глубинах 16,5-16,6 м (абс. отм. 126,77-127,34 м). Установившийся уровень подземных вод четвертичных отложений зафиксирован на глубинах 13,2-13,4 м (абс. отм. 126,77-127,34 м). Вскрытая мощность толщи водовмещающих грунтов ИГЭ-2 составляет 11,4-12,8 м.

Водоупором являются грунты ИГЭ-4 (глина еР₂ твердая). Вскрытая мощность ИГЭ-4 составляет 4,6-7,2 м.

Подземные воды напорные, глубина залегания изменяется по сезонам года. Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, за счет восходящей разгрузки подземных вод из нижележащих отложений, а также за счет подпорной фильтрации из ближайшей речной сети реки Степной Зай. Разгрузка осуществляется перетеканием через зоны трещиноватости в нижележащие водоносные горизонты, дренированием в ближайшую речную сеть (р. Степной Зай), а также в виде малобитных родников в понижениях рельефа.

По химическому составу подземные воды сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевые, пресные, умеренно жесткие, нейтральные.

Коэффициенты фильтрации грунтов, принятые с учетом материалов изысканий на аналогичных грунтах, могут быть приняты для суглинков – 0,005-0,3 м/сут, глин eP_2 – 0,05-0,3 м/сут, для песчаников eP_2 – 3,0-30,0 м/сут [10].

Инженерно-геологические условия площадки изысканий

С поверхности до изученной глубины 25 м геолого-литологическое строение в пределах изученной площадки представлено нижеследующим сводным инженерно-геологическим разрезом (сверху вниз) в таблице 1.

Таблица 1

Сводный инженерно-геологический разрез [8]

Геол. возр.	Номер ИГЭ	Описание	Мощность, м	
			от	до
tQ _{IV}	1а	Асфальт. Отмечен повсеместно, залегая в интервалах глубин от 0,0 до 0,1 м.	0,0	0,1
tQ _{IV}	1б	Насыпной грунт (чернозем, щебень, перемешанный с песком, гравий). Отмечен повсеместно, залегая в интервалах глубин от 0,1 м до 0,9-1,2 м.	0,8	1,1
a,ad Q _{IV}	2	Суглинок твердый, полутвердый, коричневый, легкий пылеватый, средней плотности, известковый, макропористый, с известковыми стяжениями, ненабухающий, медленно размокаемый, незасоленный, водонепроницаемый. Отмечен повсеместно, залегая в интервалах глубин от 0,9-1,2 м до 12,6-13,7 м.	11,4	12,8
a,ad Q _{IV}	2а	Суглинок тугопластичный, коричневый, легкий пылеватый, средней плотности, опесчаненный, известковый, макропористый, ненабухающий, медленно размокаемый, незасоленный, водонепроницаемый. Отмечен повсеместно, залегая в интервалах глубин от 12,6-13,7 м до 14,5-16,8 м.	1,9	3,1
eP ₂	3	Песчаник верхнепермский, элювиальный, желтовато-коричневый, тонкозернистый, слабосцементированный на известково-глинистом цементе, водонасыщенный, ненабухающий, медленно размокаемый, незасоленный, водопроницаемый, низкой прочности, сильноветрелый. Отмечен повсеместно, залегая в интервалах глубин от 14,5-20,4 м до 17,8-20,4 м.	3,3	3,6
eP ₂	4	Глина верхнепермская, элювиальная, твердая, красновато-коричневая, плотная, комковатая, трещиноватая, известковая, с прослоями песчаника желтовато-коричневого, мелкозернистого, слабосцементированного, на известково-глинистом цементе, с редкими включениями гравия до 5%, с тонкими прослоями алевролита, ненабухающая, медленно размокаемая, незасоленная, водонепроницаемая. Отмечена повсеместно, залегающая в интервалах глубин от 17,8-20,4 до 25,0 м.	4,6	7,2

В пределах изученной территории отмечается наличие специфических грунтов – техногенных, элювиальных.

Техногенные грунты представлены асфальтом ИГЭ-1а и насыпными грунтами ИГЭ-1б.

Насыпной грунт–состоит из чернозема, щебня, перемешанным с песком, гравия.

ИГЭ-1а и ИГЭ-1б отмечены–на всей площадке. Вскрытая мощность асфальта ИГЭ-1а составляет 0,1 м, насыпных грунтов ИГЭ-1б – 0,8-1,1 м.

Асфальт ИГЭ-1а и насыпной грунт ИГЭ-1б при производстве строительных работ подлежит полному удалению в габаритах проектируемого сооружения. Если же данный вид работы будет исключен, то в виду значительной неоднородности состава насыпных грунтов, неравномерной сжимаемости, возможности самоуплотнения при изменении гидрогеологических условий и при вибрационных воздействиях при проектировании необходимо предусмотреть мероприятия в соответствии с п.6.6.17 СП 22.13330.2011: поверхностное уплотнение оснований тяжелыми трамбовками, вибрационными машинами, катками; устройство грунтовых подушек (песчаных, щебеночных, гравийных); конструктивные мероприятия; соблюдение технологии строительства [9].

Элювиальные грунты представлены глинами ИГЭ-4 и песчаниками ИГЭ-3 различной степени выветрелости и в различной степени трещиноватыми, обладающими пластичными свойствами, склонными к морозному пучению и ухудшению свойств при водонасыщении. Образовались они в процессе выветривания горных пород, оставшихся на месте своего образования и являют собой кору выветривания площадного типа.

Вскрытая мощность песчаника ИГЭ-3 составляет 3,3-3,6 м.

Вскрытая мощность глины ИГЭ-4 составляет 4,6-7,2 м.

В пределах изученной территории отмечаются или возможны геологические процессы и их инженерно-геологические (или техногенные) аналоги – подтопление, морозное пучение.

Согласно п. 8.1.5 и приложения И части II СП 11-105-97 проектируемая площадка расположена в потенциально подтопляемой области, так как сложен слабопроницаемыми грунтами (насыпные грунты, суглинки, глины), способствующими накоплению инфильтрационных поверхностных (атмосферных) и техногенных (из водонесущих коммуникаций) вод. По условиям развития процесса подтопления проектируемый объект расположен в районе потенциально подтопляемом в результате ожидаемых техногенных воздействий (проектируемая гражданская застройка с комплексом водонесущих коммуникаций). По времени развития процесса такие объекты расположены на участке с медленным повышением уровня грунтовых вод.

В пределах исследованной территории возможно проявление морозного пучения, вызванного промерзанием грунта, миграцией влаги, образованием ледяных прослоев и деформацией скелета грунта, приводящих к увеличению объема грунта и поднятию его на поверхность.

Морозное пучение может проявиться в виде сезонного пучения грунтов основания на контакте с фундаментом проектируемой площадки, ведущего к возникновению сил пучения, вызывающих деформацию проектируемых сооружений, проявляющихся в виде сезонных бугров различной формы и размеров.

Инженерно-геологическая оценка

Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов d_{fn} вычисляется по приведенной в п. 5.5.3 СП 22.13330.2011 формуле

$$d_{fn}=d_0\sqrt{Mt},$$

где Mt – безразмерный коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе, принимаемый по СП 131.13330.2012;

d_0 – величина, принимаемая равной, м, для суглинков и глин изучаемого района – 0,23.

Нормативная глубина сезонного промерзания в суглинках составляет $d_{fn}=0,23\sqrt{32,4}=1,31$ м [11].

Таблица 2

Характеристика пучинистости

№ ИГЭ	Наименование грунта	ГОСТ 25100-2011, табл. Б.27	СП 34.13330.2012, табл. В7
2	Суглинок твердый	Сильнопучинистый	III
2а	Суглинок тугопластичный	Среднепучинистый	V
3	Песчаник	Непучинистый	II
4	Глина еР ₂ твердая	Непучинистый	III

На момент изысканий, по морозоопасности грунты, слагающие объект, обладают непучинистыми (со степенью пучинистости (%) $\varepsilon_{fn}<1,0$), среднепучинистыми (со степенью пучинистости (%) $3,5<\varepsilon_{fn}\leq 7,0$), сильнопучинистыми (со степенью пучинистости (%) $7,0<\varepsilon_{fn}\leq 10,0$) свойствами при природной влажности. Однако при полном водонасыщении грунты могут приобрести сильнопучинистые свойства (тб. Б.27 ГОСТ 25100-2011).

По результатам рекогносцировочного обследования внешние проявления карста (воронки, котловины, кары, поноры и др.), которые могли бы отрицательно повлиять на устойчивость поверхностных и глубинных грунтовых массивов участка строительства не отмечены.

В это же время, на изучаемом объекте растворимые горные породы (известняк) до изученной глубины 25,0 м также не отмечены.

Для объективного представления о степени пригодности выбранного участка к застройке провели геофизические исследования грунтов. Определение коррозионной агрессивности грунтов по отношению к стали подземных металлических сооружений (измерение удельного электрического сопротивления грунтов) на изучаемой площадке проводилось на глубине 2,0 в трех точках (3 измерения) прибором «Электротест-С». Результаты измерений представлены в таблице 3.

Результаты определений коррозионной агрессивности грунтов по отношению к стали

№ №	Номер скважины	Глубина, м	ИГЭ	Наименование грунта	УЭС, Ом*м	Коррозионная агрессивность
1	Скв.2	2,0	2	Суглинок полутвердый	15	высокая
2	Скв.3	2,0	2	Суглинок полутвердый	14	высокая
3	Скв.4	2,0	2	Суглинок полутвердый	17	высокая

Примечание: определено согласно табл. 1 ГОСТ 9.602-2016

По результатам измерений удельного электрического сопротивления, грунты на изученной территории обладают высокой коррозионной агрессивностью по отношению к стали подземных металлических сооружений.

Также испытывали грунты статическим зондированием. Статическое зондирование грунтов выполнено с целью уточнения литологических контактов, оценки пространственной изменчивости состава и свойств грунтов, приближенной количественной оценки физико-механических характеристик грунтов прикладным (не лабораторным) методом, рекомендуемым действующими нормативными документами.

Характеристики грунтов на исследованной площадке, согласно результатов статистической обработки по данным статического зондирования, определяются следующими показателями свойств грунтов:

-ИГЭ-2 (суглинок твердый, полутвердый): удельное сцепление C (кПа) – 27,16; угол внутреннего трения φ (град) – 20,90; модуль деформации E (МПа) – 10,24;

-ИГЭ-3 (песчаник тонкозернистый): угол внутреннего трения φ (град) – 32,34; модуль деформации E (МПа) – 20,68; коэффициент пористости e (д.е.) – 0,58;

Заключение

Рассмотрев инженерно-геологические условия территории изысканий можно сделать вывод, что она относится к сложной. Имеются опасные инженерно-геологические процессы: подтопление, морозное пучение. Присутствуют специфические грунты: техногенные и элювиальные, которые широко распространены и оказывают решающее влияние на проектные решения, строительство и эксплуатацию объекта.

Рекомендуются мероприятия согласно СП 22.13330.2011 [10]:

-поверхностное уплотнение оснований тяжелыми трамбовками, вибрационными машинами, катками;

-устройство грунтовых подушек (песчаных, щебеночных, гравийных);

-конструктивные мероприятия;

-защита их от разрушения атмосферными воздействиями и водой в период устройства котлованов (водозащитные мероприятия, недопущение перерыва в устройстве оснований и последующем возведении фундаментов, недобор грунта в котловане).

- вертикальная планировка территории с организацией поверхностного стока;
- гидроизоляция подземных конструкций;
- мероприятия, ограничивающие подъем уровня подземных вод и исключающие утечки из водонесущих коммуникаций и т.п.;
- расчистка элементов естественного дренирования;
- устройство стационарной сети наблюдательных скважин для контроля развития процесса подтопления, включающей как минимум годовой цикл стационарных наблюдений с привлечением при необходимости специализированных проектных и научно-исследовательских организаций;
- антикоррозионные мероприятия для защиты подземных конструкций от агрессивного воздействия промышленных стоков и подземных вод.
- инженерно-мелиоративные (тепломелиорация и гидромелиорация).

Библиографический список

1. Кавеев М.С. *Инженерно-геологические исследования карстовых явлений в Центральной части Волго-Камского края.* Казань, 1960.
2. 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.
3. Копылов И.С. *Инженерно-геологическая роль геодинамических активных зон // Успехи современного естествознания.* 2014. № 5-2. С. 110-114.
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. Мустафин М.Р., Хузеев Р.Г. *Все о Татарстане (экономико-географический справочник.* Казань, 1994.
7. Осовецкий Б.М., Копылов И.С. *О влиянии структуры аллювиальных крупнообломочных грунтов на их инженерно-геологические свойства // Современные проблемы науки и образования.* 2013. № 6.
8. *Отчет по инженерным изысканиям для строительства общественного торгового центра в городе Альметьевск. ООО «ГеоТехПроект», г.Бугульма.* 2017.
9. СП 47.13330.2012 *«Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».*
10. СП 22.13330.2011 *«Основания зданий и сооружений».*
11. СП 116.13330.2012 *«Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения».*

**ИУЧЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
ДУНАЕВСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)**

Проведены инженерно-геологические изыскания на Дунаевском нефтегазоконденсатном месторождении в Западной Сибири. Изучены инженерно-геологические условия, влияющие на разработку и инфраструктуру месторождения.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, изыскания, Дунаевское нефтегазоконденсатное месторождение.

F.D. Shaposhnikov
Perm State University,

**STUDY OF THE ENGINEERING AND GEOLOGICAL CONDITIONS OF
THE DUNAEVSKOYE OIL AND GAS CONDENSATE DEPOSIT (WESTERN
SIBERIA)**

Engineering and geological surveys were conducted at the Dunaevskoye oil and gas condensate field in Western Siberia. The engineering-geological conditions influencing the development and infrastructure of the deposit have been studied.

Keywords: engineering-geological conditions, Dunaevskoye oil and gas condensate field.

Введение

Для обоснования проектной подготовки строительства зданий и сооружений на нефтяных месторождениях Сибири, для предотвращения на них аварий при дальнейшей эксплуатации, загрязнения окружающей среды, необходимо проведение инженерно-геологических изысканий, а также общий инженерно-геологический и геокриологический анализ, оценка территории по степени сложности инженерно-геологических условий [3-6].

Дунаевское нефтегазоконденсатное месторождение расположено в Сургутском районе Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (рис. 1). Дунаевское месторождение было открыто в 1986 году, введено в разработку в 1987 году. По начальным извлекаемым запасам Дунаевское месторождение относится к категории мелких, а по геологическому строению – к сложным [11].

Цель работы: комплексная оценка инженерно-геологических условий и районирование Дунаевского нефтегазоконденсатного месторождения (ДНМ).

Основные задачи: анализ и оценка инженерно-геологических условий территории ДНМ на основе проведенных изысканий; районирование по степени сложности инженерно-геологических условий района.

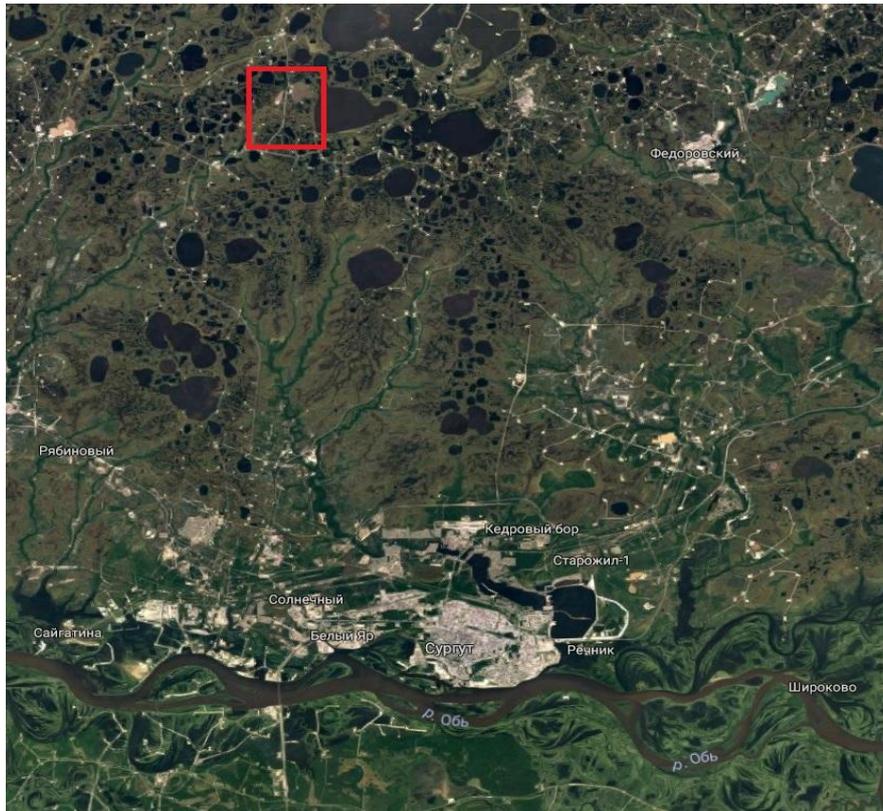


Рис. 1. Дунаевское нефтегазоконденсатное месторождение на космоснимке



Рис. 2. Карта фактического материала
(по материалам изысканий ОАО «СургутНИПИнефть»)

Инженерно-геологическая изученность

Инженерно-геологическая характеристика района работ приведена на основе обобщенных данных, полученных в результате выполнения инженерных изысканий, а также сбора и анализа литературных и архивных материалов.

Район работ в геологическом отношении изучен достаточно хорошо. Комплексные инженерно-геологические изыскательские работы по объекту «Дунаевское нефтегазоконденсатное месторождение» выполнялись институтом «СургутНИПИнефть» в соответствии с техническим заданием ГИПа от 20.10.2017г. Для более полной характеристики физико-механических свойств грунтов использовались материалы лабораторных исследований грунтов [11].

Основные методы исследований

Методика изысканий и объемы работ соответствовали установленным нормативным документам [4]. Инженерно-геологические изыскания проводились с целью определения и уточнения геологического строения, литологического состава, физико-механических свойств грунтов, гидрогеологических условий, выявления неблагоприятных физико-геологических процессов и явлений. Основные виды работ: рекогносцировочное и маршрутное обследование; буровые и горнопроходческие работы; опробование грунтов и воды; лабораторные работы.

Автор в 2018 г. принимал участие в полевых и лабораторных работах института «СургутНИПИнефть». Были проведены работы по определению физико-механических характеристик грунтов территории Дунаевского нефтегазоконденсатного месторождения.

Инженерно-геологический анализ, оценка территории по степени сложности инженерно-геологических условий проводились с применением аэрокосмогеологических исследований [3-9].

Природно-геологические факторы формирования инженерно-геологических условий

Район изучения расположен в пределах Западно-Сибирской равнины, в лесной зоне правобережья Средней Оби, в бассейне реки Минчимкина. Поверхность территории представляет собой плоскую славодренную залесенную равнину с обширными труднопроходимыми болотами и большим количеством внутриболотных озер различных размеров.

Климат данного района резко континентальный. Зима суровая, холодная, продолжительная. Лето короткое, теплое. Короткие переходные сезоны – осень и весна. Поздние весенние и ранние осенние заморозки. Безморозный период очень короткий. Резкие колебания температуры в течение года и суток [10]. Характерно распространение многолетнемерзлых пород (ММП) островного характера. Глубина залегания уровня подземных вод (УПВ) менее 3 м.

В тектоническом отношении изучаемый район находится в пределах Западно-Сибирской плиты эпипалеозойской Урало-Сибирской платформы, которая имеет четкое двухъярусное строение: нижний ярус – фундамент плиты и верхний ярус – мезо-кайнозойский платформенный чехол [2, 12], разбитый системами тектонической трещиноватости на различные неотектонические

блоки, с различной степенью геодинамической активности, что определяет специфику инженерно-геологических изысканий [3-6].

Инженерно-геологические и геокриологические условия

По инженерно-геологическому районированию район исследований относится к инженерно-геологическому региону Западно-Сибирской плиты, к Среднеобской северной инженерно-геологической области [2].

По результатам изысканий геологический разрез исследуемой территории изучен до глубины 5-17 м и представлен аллювиальными и озерно-аллювиальными отложениями позднечетвертичного возраста, перекрытыми голоценовыми озерно-болотными отложениями, а также, местами, техногенными насыпными грунтами (рис. 2).

Аллювиальные и озерно-аллювиальные отложения представлены песками мелкими и пылеватыми, различной плотности сложения, а также глинистыми грунтами: глинами и суглинками от тугопластичной до текучепластичной консистенции, и супесью пластичной.

Озерно-болотные отложения открытого залегания представлены торфом от слабо- до сильноразложившегося, мощностью от 0,2 до 2,6 м.

Техногенные насыпные грунты слагают насыпь существующих автодорог и технологических проездов, которые пересекаются на отдельных участках проектируемыми трассами. Насыпные грунты представлены песком мелким, выше УПВ – средней степени водонасыщения, ниже УПВ – насыщенным водой, средней плотности. Мощность отсыпки по скважинам составляет 0,7-1,4 м. Земляные работы проведены без предварительной выемки торфа.

По результатам полевых и лабораторных исследований, выделены инженерно-геологические элементы (ИГЭ), описание которых приведено ниже.

ИГЭ-1б торф сильноразложившийся, ИГЭ-2 торф среднеразложившийся, ИГЭ-3а торф слаборазложившийся, ИГЭ-3б торф жидкий, ИГЭ-4 торф сильноразложившийся, ИГЭ-7а-2 песок пылеватый средней плотности, ИГЭ-7а-3 песок пылеватый плотный, ИГЭ-7б-1 песок мелкий рыхлый, ИГЭ-7б-2 песок мелкий средней плотности, ИГЭ-7б-3 песок мелкий плотный, ИГЭ-11в глина тугопластичная, ИГЭ-11г глина мягкопластичная, ИГЭ-12в суглинок тугопластичный, ИГЭ-12г суглинок мягкопластичный, ИГЭ-12д суглинок текучепластичный, ИГЭ-15б супесь пластичная, ИГЭ-15в супесь пластичная, ИГЭ-17 насыпной грунт [11].

Геологическое строение и литологические особенности грунтов на исследуемой территории, изменение их мощности в плане и по глубине отображены на инженерно-геологических разрезах, на профилях, совмещенных с инженерно-геологическими разрезами и в описании геологических колонок скважин (рис. 3).

Из современных инженерно-геологических процессов на территории района изысканий отмечаются процессы морозного пучения грунтов, возникающие при сезонном промерзании, процессы заболачивания территории, процессы подтопления территории, а также эрозионные процессы, особенно – овражная эрозия в долинах рек.

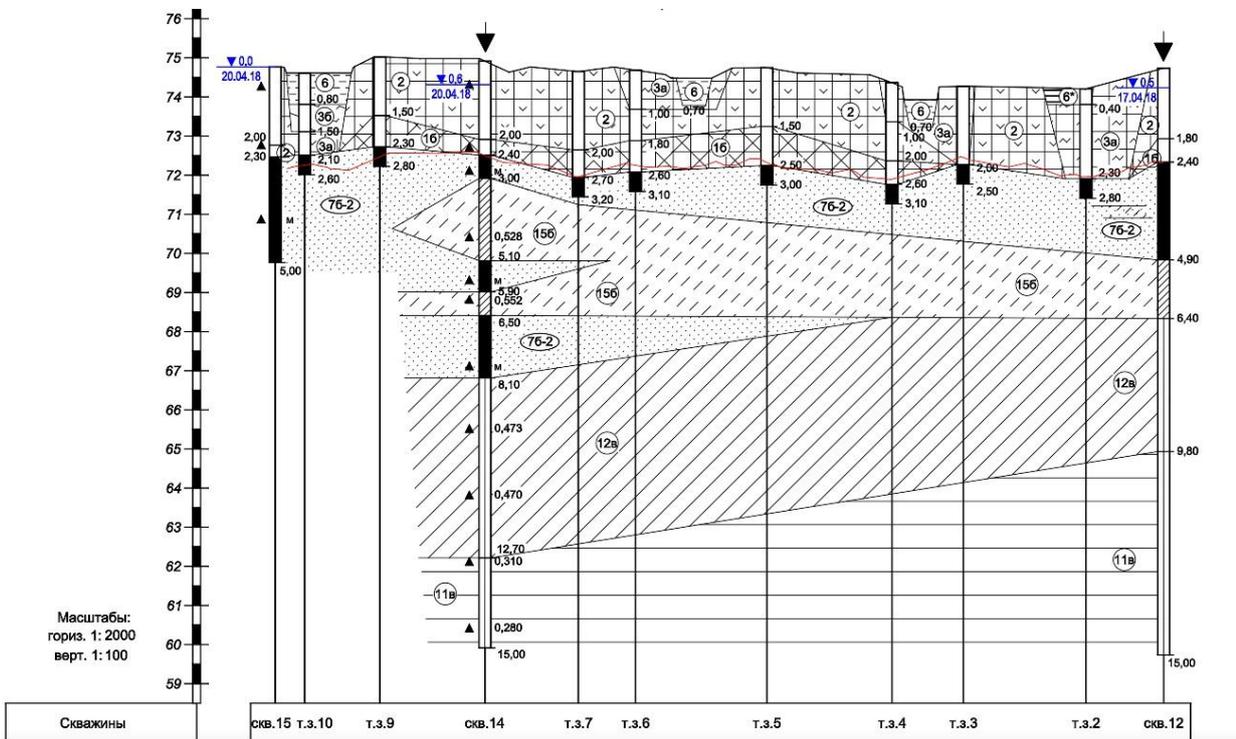
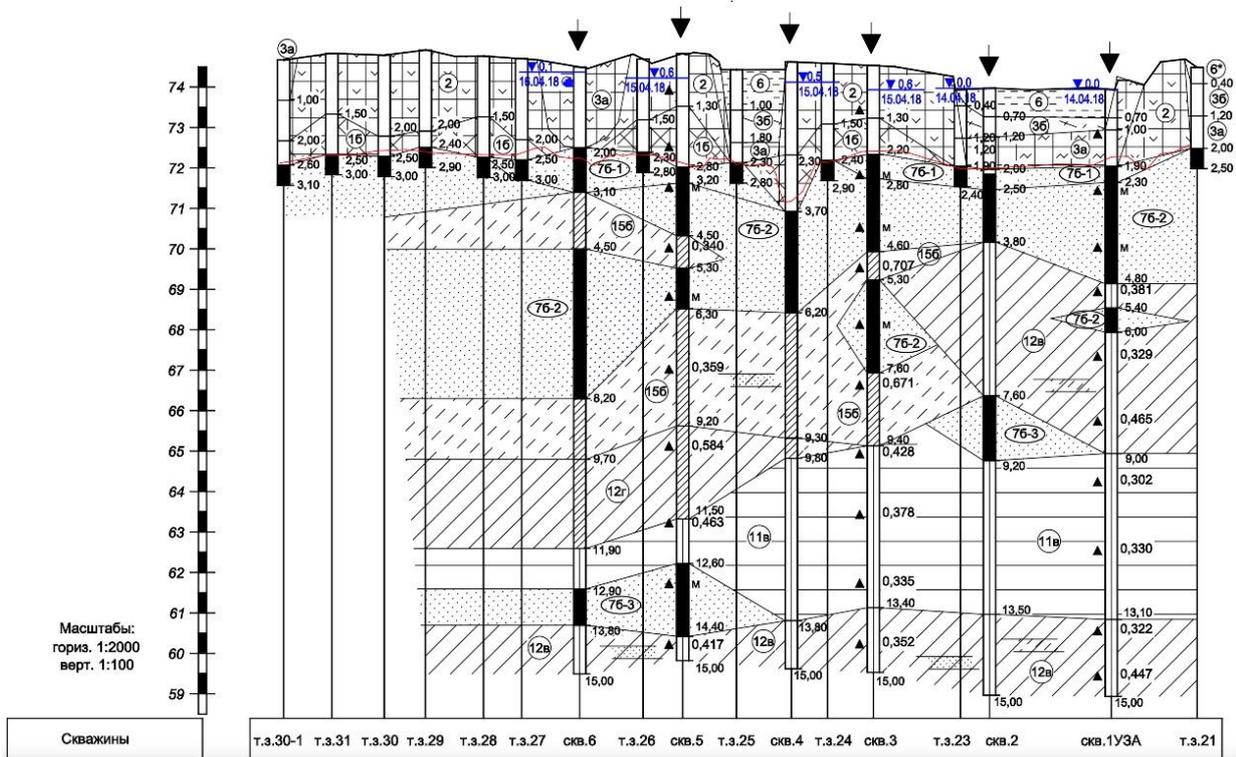


Рис. 3. Инженерно-геологические разрезы Дунаевского месторождения

Наличие на территории процессов пучения позволяет отнести территорию к категории умеренно опасной по пучинистости. По подтоплению территория относится к категории опасной.

Заключение

В результате техногенного освоения территории, строительства и эксплуатации сооружений в районе, происходит изменение теплового режима,

что влечет за собой деградацию ММП: изменение площадей развития, глубины залегания кровли, изменение температуры грунтов и т.д.

По категории сложности инженерно-геологических условий территории относится ко II (средней) и III (сложной). Для более полной инженерно-геологической оценки территории Дунаевского нефтегазоконденсатного месторождения требуется проведение детального районирования по степени сложности инженерно-геологических условий; проведение линеаментно-геодинамического анализа на основе инженерно-аэрокосмогеологических и геофизических исследований.

Библиографический список

1. ВНМД 34-78. Руководство по полевой документации инженерно-геологических работ при изысканиях для строительства. Госстрой РСФСР, 1978.
2. Инженерная геология СССР. Т. II. Западная Сибирь. М.: МГУ, 1976.
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. Копылов И.С. Инженерно-геологическая роль геодинамических активных зон // *Успехи современного естествознания*. 2014. № 5-2. С. 110-114.
6. 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.
7. 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.
8. Михалев В.В., Копылов И.С., Аристов Е.А., Коноплев А.В. Оценка техноприродных и социально-экологических рисков возникновения ЧС на магистральных продуктопроводах Пермского Приуралья // *Трубопроводный транспорт: теория и практика*. 2005. № 1. С. 75-77.
9. Михалев В.В., Копылов И.С., Быков Н.Я. Оценка геологических рисков и техноприродных опасностей при освоении нефтегазоносных районов на основе аэрокосмогеологических исследований // *Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений*. М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», № 5-6. 2005. С. 76-78.
10. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Выпуск 17. Тюменская и Омская области. Санкт-Петербург. Гидрометеоиздат, 1998.
11. Отчетная документация по результатам инженерных изысканий по объекту «Обустройство куста скважин 70. Дунаевское нефтегазоконденсатное месторождение». «СургутНИПИнефть». 2017.
12. Трофимов В.Т. Закономерности пространственной изменчивости инженерно-геологических условий Западно-Сибирской плиты. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. 278 с.

Р.И. Шарипов¹, Ю.А. Килин²

¹ ООО НПФ «АМК ГОРИЗОНТ»

г. Октябрьский, Республика Башкортостан

² Пермский государственный национальный исследовательский университет

ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО ГАЗОПРОВОДОВ В РАЙОНАХ, ОСЛОЖНЕННЫХ КАРСТОВЫМИ ПРОЦЕССАМИ, с. КАРЬЕВО ОРДИНОВСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА ПЕРМСКОГО КРАЯ

Изучены инженерно-геологические условия и карстовые процессы на территории с. Карьево. Исследованы необходимые методы проведения инженерно-геологических изысканий для разработки достаточных и оптимальных противокарстовых мероприятий при строительстве на закарстованных территориях. Проведено районирование и зонирование по степени карстовой устойчивости.

Ключевые слова: инженерная геология, карст, с. Карьево, Пермский край

¹R.I. Sharipov, ²Yu.A. Kilin

¹ LLC NPF AMK HORIZON

Oktyabrsky, Republic of Bashkortostan

² Perm State University

FEATURES OF ENGINEERING – GEOLOGICAL SURVEYS FOR THE CONSTRUCTION OF GAZOPROVODOV IN AREAS OSLOZHNE NIJ KARST PROCESSES S. KAREVO ORDINSKOGO MUNICIPAL DISTRICT OF PERM KRAI

The studied engineering-geological conditions and karst processes on the territory of the village. The studied the essential methods of engineering-geological surveys for the development of sufficient and optimal karst-control measures during construction in karst areas. Zoning and zoning by degree of karst stability were carried out.

Keywords: engineering geology, karst, village Karevo, Perm krai.

Введение

Карстовые процессы широко развиты во всем мире. Инженерно-геологические изыскания в районах развития карста имеют свои специфические особенности. В нормативных документах (СН 211-62, СН 225-62) подчеркивается, что в районах проявления карста рекомендуется инженерно-геологическую съемку сопровождать геофизическими исследованиями. Изучение карстовых процессов является одним из значимых проблем.

Согласно действующим нормативным документам к закарстованным территориям относятся карстовые области и карстовые районы, в геологическом строении которых присутствуют растворимые горные породы

(известняки, доломиты, мел, гипсы, ангидриты и т.д.) и возможны поверхностные и подземные проявления карста. Под карстом понимают явления, связанные с деятельностью подземных вод, выражающиеся в выщелачивании этих самых пород горных пород и образовании в земной коре внутренних пустот (каналы, полости, пещеры), а на земной поверхности с созданием особого характера рельефа местности.

Известно, что образование карста, т.е. системы полостей и провалов в растворимых карбонатных породах, приводит к резкому изменению поверхностных форм рельефа и, что самое главное, к нарушению внутреннего строения всего объема подвергшихся коррозии пород. Массив закарстованных пород приобретает совершенно иные геотехнические и гидрогеологические свойства в сравнении с массивом тех же пород, не затронутым растворяющим воздействием движущихся подземных вод. Карстовые деформации на поверхности земли имеют различные формы [7].

В данной работе рассматривается объект изысканий «Газопровод низкого давления для газоснабжения жилых домов ул.Труда, ул.Новая, ул.Центральная в с. Карьево Ординского муниципального района Пермского края» расположенный на территории с. Карьево Ординского района Пермского края.

Техническая характеристика проектируемого объекта: газопровод среднего и низкого давления длиной 3,73км, глубина заложения по трассе газопровода около 1,6м.

Фактором, осложняющим строительство проектируемых газопроводов, является приуроченность описываемой территории к карстовому району.

В 2003г. ФГУП «ПЕРМГИПРОВОДХОЗ» были проведены инженерные изыскания на объекте: «Водопровод в с. Карьево Ординского района Пермской области». В результате изысканий было пробурено 22 скважины глубиной 5-8м, отобрано 9 монолитов, 1 проба грунта нарушенной структуры, 3 пробы воды из подземных и поверхностных вод.

Природные и геолого-гидрогеологические условия

В геоморфологическом и неотектоническом отношении участок исследований расположен в области слабых и умеренных поднятий равнины Уфимского плато, в геоморфологическом районе Иреньско-Сылвенской наклонной карстовой равнины [4], на надпойменной террасе р.Ирени, осложненной рекой Карьевка.

Речка Карьевка, протекающая за пределами участка работ, имеет ширину по верху – 5м, по низу – 1,5м, крутые, обрывистые берега, высотой 1,0-2,0м, подверженные эрозии. Глубина реки 0,5-1,0м. В месте перехода автодороги через реку проложена бетонная труба. Вдоль реки заросли кустарников.

Отметки поверхности изменяются от 140 до 152м (система высот Балтийская).

В гидрогеологическом отношении участок расположен в пределах гидрогеологического района карстовых вод Уфимского плато.

В пределах исследованных глубин (до 4,0м) подземные воды не обнаружены.

Из поверхностных вод (в карстовых воронках) были отобраны 3 пробы воды. Поверхностные воды по химическому составу воды гидрокарбонатно-кальциевые, пресные, умеренно-жесткие, по величине рН – кислые и слабощелочные. Вода неагрессивна к бетону нормальной водонепроницаемости по содержанию агрессивной углекислоты, среднеагрессивна к металлическим.

Согласно фондовым данным подземные воды четвертичного водоносного комплекса вскрыты в пойменной части р.Карьевка на глубине 1,0м от поверхности земли (отметка 151,6м). Воды ненапорные, режим сезонный гидрологический. По химическому составу воды гидрокарбонатно-кальциевые, пресные, умеренно-жесткие, по величине рН – кислые. Вода слабоагрессивна к бетону нормальной водонепроницаемости по содержанию агрессивной углекислоты, средне агрессивна к металлическим конструкциям. Поверхностные воды из р.Карьевка и озера по химическому составу воды гидрокарбонатно-кальциевые, пресные и сверхпресные (озеро), мягкие (озеро) и умеренно-жесткие (р. Карьевка), по величине рН – щелочные. Вода неагрессивна к бетону нормальной водонепроницаемости по содержанию агрессивной углекислоты, среднеагрессивна к металлическим конструкциям [8].

Инженерные свойства грунтов

На основании данных бурения, результатов лабораторных исследований в геолого-литологическом разрезе участка работ, в соответствии с ГОСТ 25100-95, ГОСТ 20522-96 выделен 1 инженерно-геологический элемент (ИГЭ):

1 – Суглинок тяжелый песчанистый, от твердого до тугопластичного по показателю текучести, с линзами глины легкой песчанистой полутвердой (aQ_{IV}).

Насыпной грунт имеет незначительное распространение и мощность и в инженерно-геологический элемент не выделен. Согласно СНиП 2.02.01-83* рекомендуется принять расчетное сопротивление насыпного грунта $R_0=300\text{кПа}$.

Карстовые условия и оценка карстоопасности

По районированию Горбуновой К.А. [1] территория работ относится к Иренскому району преимущественно гипсового и карбонатно-гипсового карста.

Инженерно – карстологическое районирование было выполнено по данным карстологического обследования, путем выделения типов карста на основании анализа геоморфологических, гидрогеологических условий, геолого-литологического строения, степени закарстованности.

В основу оценки степени карстоопасности положены региональные и локальные факторы инженерно-геологических условий [3-7]:

- структурно-тектонические и неотектонические условия.
- геоморфологические условия,
- литология пород,
- гидрологические и гидрогеологические условия,
- поверхностная и подземная закарстованности,
- количественная и качественная характеристика карстовых форм.

На исследуемой площадке и прилегающей к ней территории полосой шириной 200м от проектируемого газопровода было проведено карстологическое обследование с целью оценки карстоопасности.

Площадь карстологического обследования составила 0,5км².

На данном участке описано 11 карстовых воронок и понижений (рис. 1, 2). Воронки, преимущественно, чашеобразные по профилю, округлые в плане, диаметром от 9 до 60м (в среднем 32м), глубиной от 0,5 до 5м (в среднем 1,7м), с крутыми и умеренно крутыми бортами, широким плоским дном, хорошо выраженной бровкой, частично закустаренные и задернованные, заполненные талой водой. В летнее время пересыхают. Карстовые понижения с пологими бортами, сглаженной бровкой.



Рис. 1. Фото карстовой воронки ул. Центральная в с. Карьево [2].



Рис. 2. Фото одной из молодых воронок, с. Карьево [2]

Активизации карстовых процессов не обнаружено. По генезису воронки повально – карстовые. Согласно СП 11-105-97 ч.П (т.5.1,5.2) данная территория относится к категории IIIГ (недостаточно устойчивая) с интенсивностью провалообразования от 0,05 до 0,1 провала в год на 1 км², с прогнозируемым диаметром провалов менее 3м. На северо-западе с. Карьево, на расстоянии 400м от проектируемого водопровода встречена 1 карстовая воронка округлая в

плане, чашеобразная, диаметром 8м, глубиной 2,5м с пологими задернованными, заросшими кустарником бортами. По возрасту старая, по генезису повально – карстовая (рис. 3).



Рис. 3. Фото карстовой воронки, находящейся на северо-западе с. Карьево [2]

По генезису воронки повально – карстовые. Севернее дома № 31 находится правый склон карстового лога высотой 2 м, крутой, задернованный, устойчивый. Под автодорогой в сторону склона проложена труба Ø 240 мм для отвода воды. Карстовый лог корытообразный, шириной по верху 50-60 м, глубиной 3 – 4м борта покатые, симметричные, заняты огородами, дно плоское, шириной 15 – 20м, неровное, уступообразное, с перемычками, залито водой и сильно закустарено. Лог состоит из цепочки карстовых понижений, глубина которых на дне лога составляет 0,5 – 0,8м. Лог ориентирован под углом 30° к ул. Новой.

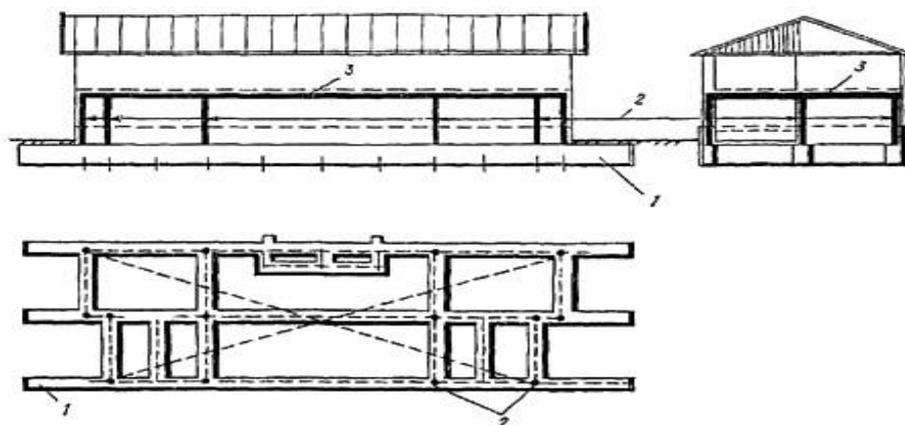
Согласно СП 11-105-97 ч.II (т.5.1,5.2) данная территория относится к категории III В (недостаточно устойчивая) с интенсивностью провалообразования от 0,05 до 0,1 провала в год на 1 км², с прогнозируемым диаметром провалов от 3 до 10м.

Вокруг карстовых воронок были проведены радиусы удаленности 20м от краев воронок. Участки радиусом 20м удаленности от карстовых воронок, согласно СП 11-105-97 ч.II (т.5.1,5.2), были отнесены к категории II В (категория устойчивости – неустойчивая с интенсивностью провалообразования 0,1-1,0 случая в год на км² со средним диаметром провалов 3-10м).

Особенности строительства в карстовых районах

Конструкции фундаментов зданий и сооружений, возводимых на закарстованных территориях, имеют свои особенности. Они обусловлены необходимостью обеспечения восприятия дополнительных усилий в элементах надземных конструкций в условиях почти полной неопределенности количества и мест появления карстовых деформаций, их вида. Наиболее рациональным в этих условиях является монолитное или сборно-монолитное решение железобетонных фундаментов (непрерывные ленточные,

перекрестные ленты, коробчатые и плитные). При этом предусматривается развитие фундаментов (рис. 4) за пределы периметра сооружения (консольные, П-образные выступы). Размеры консолей ленточного фундамента назначаются не менее 0,7, а плитных – не менее 0,4 расчетного диаметра провала [6, 7].



1 – ленточный фундамент; 2 – армированные стойки; 3 – армированная горизонтальная рама на уровне перекрытия первого этажа [7]

Рис. 4. Противокарстовое усиление жилого дома

Противокарстовые мероприятия должны обеспечить:

- предотвращение или сведение до минимума возникновения катастрофических разрушений,
- обеспечить сохранность газопроводов.

Объем противокарстовой защиты определяется в зависимости от прогнозируемых видов и размеров карстовых деформаций. Защитные противокарстовые мероприятия подразделяются на 3 класса.

1 – мероприятия, направленные на изменение в нужном направлении естественного развития карстовых процессов.

2 – мероприятия, направленные на защиту зданий и сооружений, и обеспечивающие безопасность людей.

3 – мероприятия, направленные на уменьшение вредного влияния хозяйственной деятельности на карстовые процессы.

В данном случае для обеспечения противокарстовой защиты рекомендуются мероприятия, направленные на изменение естественного хода карстовых процессов (изменение покрывающей толщи).

Заключение

Необходимо проведение мероприятий по тампонированию карстовых форм в пределах полосы трассы газопроводов шириной 40 м глинистым материалом с послойным уплотнением.

Необходимо предусмотреть отнесение трасс газопроводов на расстояние 20м от кромки воронок. Также в пределах поселений через каждые 50 м должны быть установлены контрольные трубки.

Необходимо проведение ежегодного мониторинга за состоянием и изменением карстологической обстановки согласно п.п.8.15 СНиП 22-02-2003.

Библиографический список

1. Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г. Карст и пещеры Пермской области. Пермь: ПГУ, 1992.
2. Килин Ю.А. Отчет об инженерных изысканиях на объекте: «Водопровод в с. Карьево Ординского района Пермской области». ФГУП «ПЕРМГИПРОВОДХОЗ». 2010.
3. Копылов И.С. Аэрокосмогеологические методы для оценки геодинамической опасности на закарстованных территориях // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 6. С. 14-19.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Толмачев В.В., Ройтер Ф. Инженерное карстоведение. М.: Недра, 1990.
8. Толмачев В.Ю., Троицкий Г.М., Хоменко В.П. Инженерно-строительное освоение закарстованных территорий. М., 1986. 176 с.
9. Шимановский Л.А., Шимановская И.А. Пресные подземные воды Пермской области. Пермь, 1973.

Научное издание

**ГЕОЭКОЛОГИЯ,
ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДИНАМИКА,
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Сборник научных статей по материалам
Международной научно-практической конференции,
посвященной 90-летию профессора И. А. Печеркина

г. Пермь, 14–15 ноября 2018 г.

Издается в авторской редакции
Фото на обложке (р. Вишера, г. Тулым): *М. В. Rogozin*
Техническая подготовка и обработка материалов: *И. С. Копылов*

Объем данных 16,3 Мб
Подписано к использованию 29.04.2019

Размещено в открытом доступе
на сайте www.psu.ru
в разделе НАУКА / Электронные публикации
и в электронной мультимедийной библиотеке ELiS

Издательский центр
Пермского государственного
национального исследовательского университета
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15