

**ГЕОЛОГИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ ЗАПАДНОГО УРАЛА 2 (39) 2019**



## **ГЕОЛОГИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ ЗАПАДНОГО УРАЛА**

**Выпуск 2 (39)**

**Пермь 2019**

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

# Геология и полезные ископаемые Западного Урала

Сборник научных статей

Выпуск 2(39)

*Под общей редакцией П. А. Красильникова*



Пермь 2019

УДК 550.8+622  
ББК 26.3  
Г36

**Геология** и полезные ископаемые Западного Урала: сб. науч. Г36 ст. / под общ. ред. П. А. Красильникова; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2019. – Вып. 2(39). – 444 с.: ил.

ISBN 978-5-7944-3085-1

ISBN 978-5-7944-3294-7 (вып. 2(39))

Сборник содержит научные статьи по докладам 39-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, состоявшейся 21 мая 2019 г. на геологическом факультете Пермского государственного университета. Статьи посвящены геологии западного склона Урала, Камского Приуралья и прилегающих территорий. Рассмотрены общие вопросы геологии, проблемы минералогии, литологии, месторождений твёрдых полезных ископаемых, нефти и газа, а также вопросы геофизических методов исследования недр, гидрогеологии, карстоведения, инженерной геологии, экологической геологии.

Для геологов широкого профиля, нефтяников, геофизиков и других специалистов по исследованию недр Земли, добыче полезных ископаемых, экономистов, а также студентов геологических направлений и специальностей вузов.

**УДК 550.8+622**  
**ББК 26.3**

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

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

к.г.н. П. А. Красильников (гл. редактор), д.г.-м.н. Р. Г. Ибламинов,  
д.г.-м.н. Т. В. Карасёва, д.г.-м.н. В. Н. Катаев, д.т.н. В. И. Костицын,  
д.г.-м.н. О. Б. Наумова, д.г.-м.н. В.В. Середин

ISBN 978-5-7944-3085-1  
ISBN 978-5-7944-3294-7 (вып. 2(39))

© ПГНИУ, 2019

6. *Лядова Н.А., Яковлев Ю.А., Распопов А.В.* Геология и разработка нефтяных месторождений Пермского края. Москва, 2010. 335 с.
7. *Минерально-Сырьевые ресурсы Пермского края.* Пермь 2006. 464 с.
8. *Синицын В.М.* Введение в палеоклиматологию. М.: Недра, 1967. 125 с.
9. *Смирнов С.И.* Историческая гидрогеология. М.:Недра, 1991.208 с.

**<sup>1</sup>З.В. Кивилева, <sup>2</sup>П.И. Бажутин, <sup>3</sup>С.В. Щербаков**  
ПГНИУ, <sup>1</sup>zoya.kivileva@mail.ru, <sup>2</sup>pavel.bazhutin.96@mail.ru,  
<sup>3</sup>sherbakov.lpmg@mail.ru

## ВЛИЯНИЕ МОЩНОСТИ ПЕРЕКРЫВАЮЩЕЙ ТОЛЩИ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ РАЗВИТИЯ КАРСТА (НА ПРИМЕРЕ МОСАЛЬКОГО РАЙОНА КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ)

Карст является опасным природным процессом из-за внезапности проявления в виде провалов и оседаний на поверхности земли, приводящим к деформациям зданий и сооружений, и, соответственно, к экономическому и социальному ущербу. Карстовый процесс и формы его проявления изучаются отечественными и зарубежными исследователями на протяжении длительного времени. Изучение карста ведется с позиции оценки карстовой опасности, факторов его активизации и условий развития. В данной работе рассмотрено влияние мощности перекрывающих отложений на интенсивность развития карста на территории Мосальского района Калужской области.

**Ключевые слова:** карст, карстовая опасность, Калужская область

**<sup>1</sup>Z.V. Kivileva, <sup>2</sup>P.I. Bazhutin, <sup>3</sup>S.V. Shcherbakov**  
Perm State University, <sup>1</sup>zoya.kivileva@mail.ru,  
<sup>2</sup>pavel.bazhutin.96@mail.ru, <sup>3</sup>sherbakov.lpmg@mail.ru

## INFLUENCE OF THE THICKNESS OF COVERING SOIL ON THE INTENSITY OF KARST DEVELOPMENT (ON THE EXAMPLE OF THE MOSALSK AREA OF THE KALUGA REGION)

Karst is the natural hazard because of suddenness of sinkholes and subsidence occurrence on the Earth surface leading to deformations of buildings and constructions and, respectively, to economic and social damage. Karst process and karst forms are studied by domestic and foreign researchers throughout the progressive time. Study of karst is conducted from the position of karst hazard assessment, research of main conditions of factors of its development. In this paper has been considered influence of thickness of the covering soil on intensity of development of karst process within the territory of Mosalsk area of the Kaluga region.

**Keywords:** karst, karst hazard, Kaluga region

Термин карст является утвержденным в научной литературе всех стран мира, в том числе и отечественной. Определение понятия – карст дано различными исследователями, но до сих пор не предложено универсальное определение, учитывающее все аспекты данного процесса. В данной статье мы остановимся на определении, предложенном Г.А. Максимовичем: «Карст это процесс хими-

ческого и от части механического воздействия подземных и поверхностных внеусловных вод на растворимые проницаемые горные породы, в результате чего возникают поверхностные и подземные скульптурные, а при выпадении из раствора, обрушении – и аккумулятивные формы» (Горбунова, 1985).

Для развития карстового процесса в массиве горных пород необходимо выполнение следующих четырех условий (Горбунова и др., 1992), при отсутствии одного из них возможность развития карста исключается:

- наличие в геологическом строении растворимых горных пород (известняков, доломитов, мела, мрамора, гипса и ангидрита, каменной и других солей);
- агрессивность подземных вод по отношению к карстующимся породам;
- движение подземных вод по массиву горных пород;
- трещиноватость, пористость и кавернозность пород, обеспечивающие движение вод в карстующемся массиве.

Рассмотрим подробнее влияние каждого условия. В развитии карста и его направленности имеются определенные закономерности, в соответствии с главными гидродинамическими зонами. Согласно исследованиям Д.С. Соколова (1962), степень закарстованности массива уменьшается с глубиной вследствие снижения трещинной водопроницаемости, скоростей движения и растворяющей способности подземных вод.

В зоне аэрации, развитие карста связано с сезонным нисходящим движением вод за счет проникновения по трещинам и порам пресных поверхностных вод. В зонах переменного насыщения наибольшая закарстованность проявляется на участках примыкающих к долинам рек и под их руслом, а также в пределах бортов палеодолин, где наблюдается повышенная трещиноватость растворимых пород и отмечается наибольшая скорость движения подземных вод.

Также следует сказать, что на растворяющую способность поверхностных и подземных вод влияет достаточное количество растворенного  $\text{CO}_2$  (углекислый газ) в воде. В зоне замедленного водообмена процесс развития карста затухает вследствие насыщения воды различными химическими элементами и снижения скорости ее движения.

Необходимо отметить, что главенствующую роль среди условий развития карста занимает геологическое строение. Активность развития карста и его проявления, выраженные в деформациях на поверхности земли, находятся в прямой зависимости от глубины залегания карстующихся пород. С увеличением мощности перекрывающей толщи затрудняется доступ пресных атмосферных осадков, агрессивных к растворимым породам, и как следствие снижается вероятность формирования отрицательных (карстовых) форм рельефа на дневной поверхности.

В качестве доказательства рассмотрим зависимость частоты встречаемости карстовых форм на поверхности земли и мощности перекрывающей толщи на территории Мосальского района Калужской области (рисунок 1). В пределах рассматриваемого района развит карбонатный тип карста, основными карстующимися породами являются известняки турнейского, визейского, серпуховского ярусов нижнего карбона (C1t-s). Характерной чертой развития карста в районе работ является переслаивание известняков с глинами и, реже, мергеля-

ми. Перекрывающая толща грунтов, залегающих над известняками, сложена отложениями четвертичного и неогенового возрастов. Среди них преобладают флювиогляциальные пески и супеси, моренные суглинки московского оледенения, аллювиально-делювиальные и покровные песчано-суглинистые отложения.

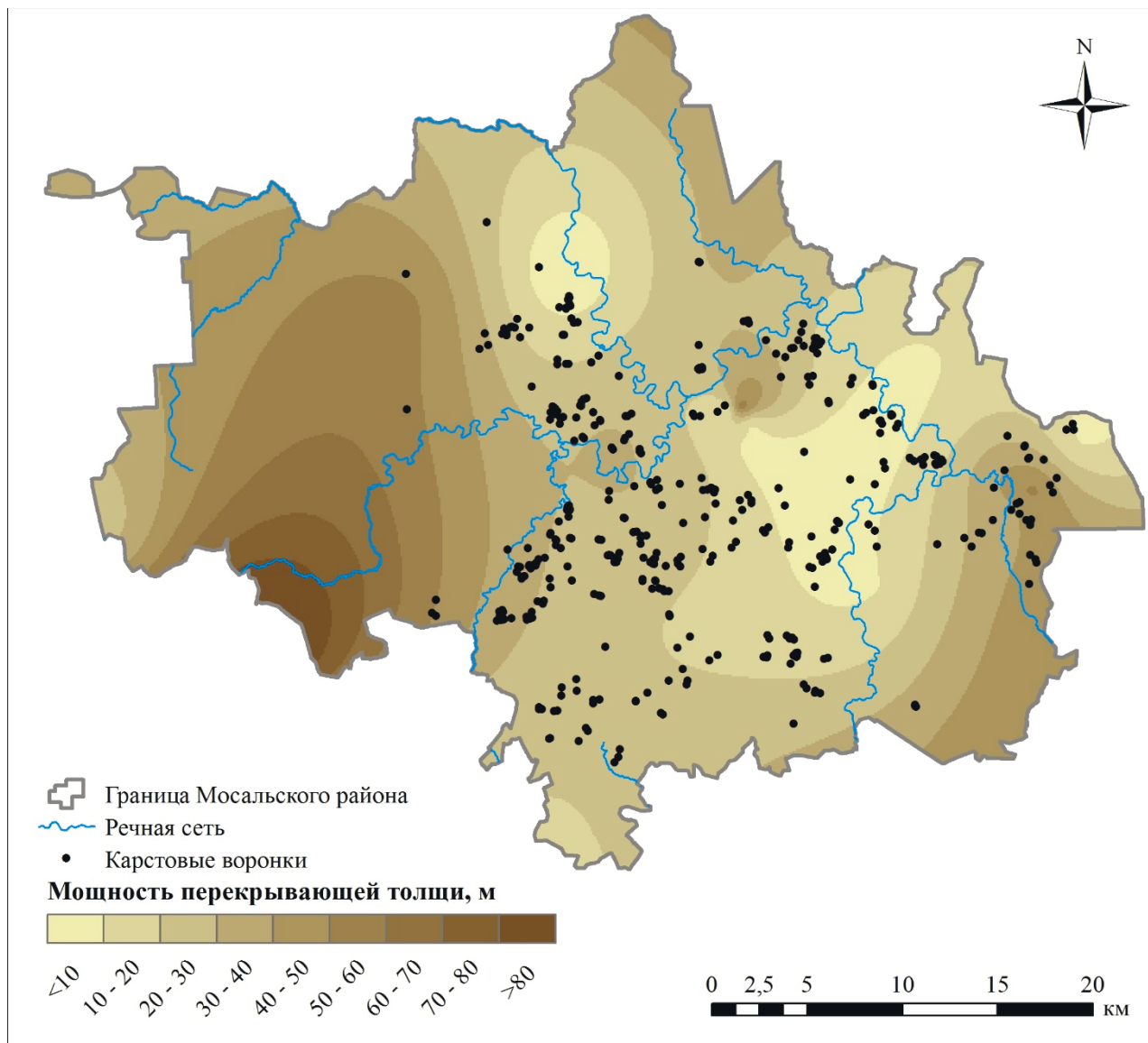


Рис. 1. Мощность перекрывающей толщи (N-Q) и поверхностные карстопроявления на территории Мосальского района

В процессе анализа первоочередно были выделены поверхностные отрицательные формы рельефа путем дешифрирования аэро-космоснимков, а также посредством анализа топографических планов и карт развития экзогенных процессов на территории исследования. Стоит отметить, что в процессе дешифрирования космоснимков фиксировались лишь те карстовые формы, которые находятся на открытой, незалесенной местности. Всего на территории Мосальского района, площадью 1310 км<sup>2</sup>, выделено 424 карстовые формы, представленные воронками.

Далее была построена цифровая модель мощности перекрывающей толщи карстующихся отложений в программе ESRI ArcGIS. Основой для построения растровой модели послужили геологические разрезы 181 скважин, полученные по фондовым материалам.

На построенную модель были наложены выделенные ранее карстовые формы, каждой из которой присваивалось значение мощности в точке ее локализации. Затем строился график зависимости частоты встречаемости карстовых форм в равных интервалах значений мощности перекрывающей толщи (рисунок 2).

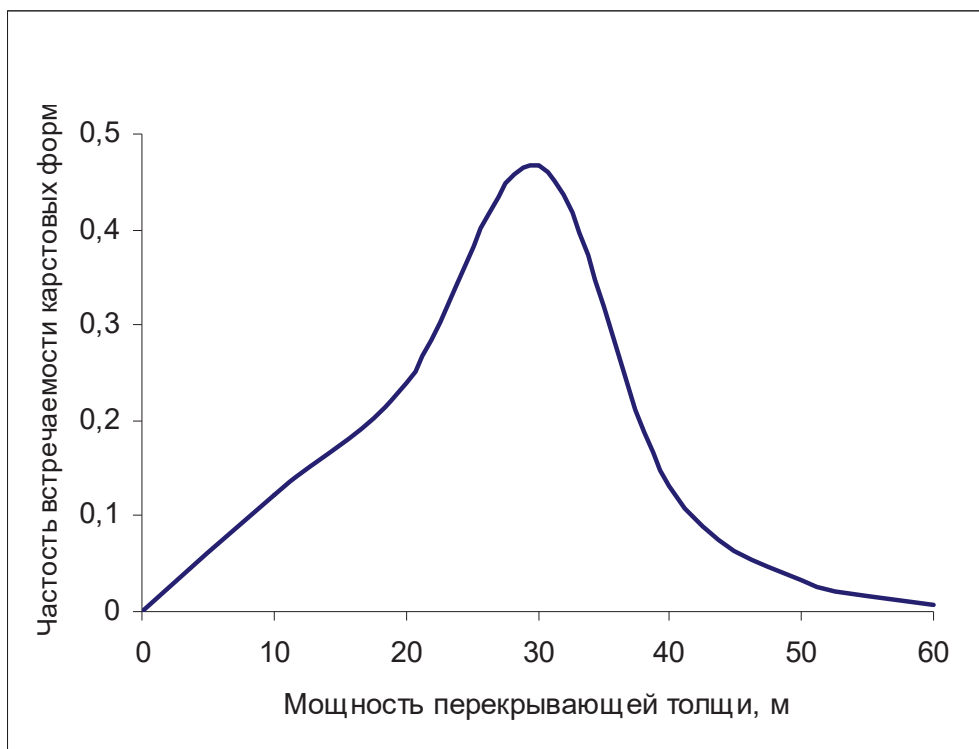


Рис.2. Частоты встречаемости карстовых форм в равных интервалах значений мощности перекрывающей толщи

На графике можно увидеть, что большая часть воронок тяготеет к интервалу от 15 до 40 м. При этом, начиная с глубин залегания кровли карстующихся известняков 50 метров и более (западная часть района, рисунок 1) карстовые формы практически не встречаются.

Полученные данные хорошо коррелируются с исследованиями Е.А. Ерофеева и В.Н. Катаева (2010). Как заключают авторы выше отмеченной работы, с увеличением мощности перекрывающих песчаных отложений на территории г. Дзержинска, вероятность проявления карста уменьшается. При достижении мощности равной 60 м вероятность образования карстовых деформаций на поверхности земли полностью исключается.

По результатам исследований можно с уверенностью сказать, что глубина залегания растворимых горных пород оказывает непосредственное влияние на интенсивность развития карстового процесса и как следствие форм его проявления на дневной поверхности. Отмечается прямая зависимость – с увеличени-

ем глубины залегания карстующейся толщи уменьшается интенсивность развития карста.

**Библиографический список:**

1. Горбунова К.А.. Карстование, вопросы типологии и морфологии карста // Учебное пособие по спецкурсу // Пермь, 1985. С. 8.

2. Горбунова К.А., В.Н. Андрейчук, В.П. Костарев, Н.Г. Максимович. Карст и пещеры Пермской области // Издательство Пермского университета, 1992. С. 12.

3. Ерофеев Е.А., Катаев В.Н. Применение вероятностно-статистических методов оценки карстовой опасности в условиях техногенного воздействия на закарстованные территории // Инженерная геология, № 4, 2010. С. 34-46.

4. Соколов Д.С. Основные условия развития карста. М., Госгеолтехиздат, 1962.

5. Влияние геологического строения территории на распределение карстовых форм (на примере территории г. кунгура) / Катаев В.Н., Щербаков С.В., Золотарев Д.Р., Лихая О.М., Ковалева Т.Г. // Вестник Пермского университета. Геология. 2009. № 11. С. 77-93.

**С.В. Щербаков, М.К. Кашин**

ПГНИУ, sherbakov.lpmg@mail.ru, maksman97@gmail.com

**ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ РАПРОСТРАНЕНИЕМ КАРСТОВЫХ ФОРМ  
И ГЛУБИНОЙ УСТАНОВЛЕНИЯ ГРУНТОВЫХ И ТРЕЩИННО-  
ПЛАСТОВЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ**

В данной работе рассмотрена взаимосвязь между распространением поверхностных карстовых форм и глубиной установления грунтовых и трещинно-пластовых вод на территории Калужской области. В статье отмечены особенности геологического строения области, оказывающего влияние на гидрогеологические условия и развитие карстовых форм. Анализ выполнен с применением одномерного статистического аппарата через построение графиков частоты встречаемости.

**Ключевые слова:** карст, гидрогеологические условия

**S.V. Shcherbakov, M.K. Kashin**

Perm State University, sherbakov.lpmg@mail.ru

**THE RELATIONS BETWEEN KARST FORMS DEVELOPMENT AND LEVELS OF GROUND AND FRACTURED-LAYER WATER WITHIN THE TERRITORY OF KALUGA REGION**

The relationship between the distribution of surface karst forms and the depth of groundwater and fractured reservoir waters in the Kaluga Region is shown in this research. In article noted features of geological structure of the area and its influence on the hydrogeological conditions and development of karst forms. Analysis performed with using of one-dimensional statistic through plotting of graphs of frequency of development of karst forms within the territories with different groundwater and fractured water levels.

**Key words:** karst, hydrogeological conditions