

Пример библиометрического анализа научных публикаций

Цель публикации: продемонстрировать какие результаты можно получить, применяя библиометрический анализ к данным, полученным по одному запросу, к одной базе данных и используя широко применяемые бесплатные программы: notepad++, SmoothCSV и **VOSviewer** [1].

При выполнении работы использовалась библиографическая и реферативная база данных **Scopus**.

Библиометрический анализ будет включать в себя два этапа:

1. Составление общего ландшафта научных исследований по библиометрическим данным;
2. Более детальный анализ, основанный на сопоставлении данных в рабочих таблицах.

Составление основного запроса к реферативной базе данных осуществлялось с учетом: ключевых слов, в ранее собранных публикациях, влияния выбранных ключевых слов на получаемые результаты в базе Scopus, ограничений, накладываемых строкой запроса в базе Scopus. Окончательный запрос, полученный после ряда итераций, имеет вид:

query : (TITLE-ABS-KEY((risk OR hazard) AND (intelligent OR blockchain OR (big data) OR (neural network) OR (digital technologies) OR (advanced analytics)) AND (geolog* OR geophys* OR upstream OR petro* OR ((oil OR gas) AND (well OR drilling OR field OR reservoir)))) AND PUBYEAR > 2009)

Результат запроса: 2077 документов. В библиометрическом анализе использованы 2000 наиболее цитируемых документа (ограничения экспорта в базе Scopus).

Далее в тексте отчета приводятся только фрагменты таблиц и графиков результатов библиометрического анализа ввиду их большой величины, данные в полном объеме размещены по приватной ссылке на Figshare, онлайн-репозитории научных данных.

<https://figshare.com/s/f677cb5f6bcd63e173e> — ссылка на исходные таблицы и рисунки, используемые в данном разделе. https://figshare.com/authors/Boris_Chigarev/6474086.

Scopus - общий библиометрический анализ

Таблица 1. Сводные данные по 2000 документов базы Scopus

ACCESS TYPE	N	YEAR	N	DOCUMENT TYPE	N	SOURCE TYPE	N	LANGUAGE	N
Open Access	189	2020	2	Conference Paper	1096	Conference Proceedings	1070	English	1956
Other	1888	2019	319	Article	770	Journals	822	Chinese	98
		2018	299	Conference Review	118	Book Series	145	Russian	28
		2017	262	Review	44	Books	31	Spanish	6
		2016	218	Book Chapter	31	Trade Publications	9	Persian	5
		2015	211	Book	8			German	2
		2014	213	Short Survey	4			Italian	2
		2013	162	Abstract Report	1			Japanese	2

2012	136	Business Article	1	Polish	2
2011	139	Erratum	1	Portuguese	2
2010	116	Note	1	Ukrainian	2
		Undefined	2	Croatian	1
				Finnish	1

Примечания к таблице: N - число документов; название файла с данными, размещенными на Figshare - 'Scopus-2077exportedrefine_values.csv'. Материалов конференций больше чем публикаций в журналах, что характерно для достаточно новых и отраслевых тем исследований. Публикации на русском языке на третьем месте после английского и китайского, это значимый результат учитывая, что все стремятся публиковаться на английском языке. Нарастание публикационной активности за 2010-2019 годы: $319/116=2.7$ раза, что выше среднего темпа роста публикаций.

Таблица 2. Наиболее часто встречаемые области исследования по классификации Scopus в выборке из 2077 документов

SUBJECT AREA	N
Earth and Planetary Sciences	796
Engineering	724
Energy	691
Environmental Science	315
Computer Science	300
Mathematics	108
Social Sciences	94
Agricultural and Biological Sciences	89
Chemical Engineering	80
Materials Science	73
Physics and Astronomy	58
Business, Management and Accounting	47

Примечания к таблице: название файла с данными, размещенными на Figshare - 'Scopus-2077-Analyze-Subject.csv'.

Доминирование разделов: 'Earth and Planetary Sciences', 'Engineering', Energy, Computer Science, Mathematics - соответствует заявленной теме и будет на следующем этапе использоваться в качестве уточняющих фильтров. Разделы: 'Environmental Science', 'Social Sciences', 'Agricultural and Biological Sciences' в дальнейшем целесообразнее внести в исключяющие фильтры.

Следует учитывать, что цифровые технологии носят достаточно общий характер и сразу, на первом этапе, делать жесткую фильтрацию не целесообразно, нужно сначала изучить общий ландшафт научных публикаций по теме и только потом уточнять запросы к реферативным базам.

Таблица 3. Первые 20 стран по публикационной активности

COUNTRY/TERRITORY	N
United States	561
China	451

United Kingdom	142
Italy	88
Canada	87
Iran	72
Germany	61
Russian Federation	57
India	56
Malaysia	53
Saudi Arabia	52
Australia	51
Brazil	44
Norway	43
Taiwan	36
United Arab Emirates	33
France	32
Japan	32
Indonesia	28
South Korea	28

Примечания к таблице: название файла с полными данными в архиве на figshare: Scopus-2077-Analyze-Country.csv.

То, что Россия находится в одном ряду с развивающимися странами: Iran, India, Malaysia, Saudi Arabia в нефтегазовой тематике является достаточно типичным. Ниже будет представлена динамика изменения активности для нескольких стран (2010-2015 и 2016-2019 годы), используя запросы вида "select * from t1 where c2 like '%China%';" к общей таблице публикаций получаем: China (2016-2019) - 251, (2010-2015) - 177; United States (2016-2019) - 309, (2010-2015) - 239; Iran (2016-2019) - 39, (2010-2015) - 31; Russian Federation (2016-2019) - 40, (2010-2015) - 16; Рост публикационной активности России выше, чем у других, перечисленных здесь, стран. Некоторое несовпадение сумм публикаций с данными в таблице 3 можно объяснить очень простым, используемым нами, sql запросом к таблице, Scopus использует парсинг данных и более сложные алгоритмы вычисления аффилиации.

Таблица 4. Первые 20 аффилиаций авторов по публикационной активности

AFFILIATION	N
Schlumberger Limited	71
Chinese Academy of Sciences	37
Ministry of Education China	36
Baker Hughes, a GE company	35
Halliburton	29
Sinopec	26
Saudi Arabian Oil Company	26
China University of Petroleum-Beijing	25
China University of Geosciences, Wuhan	20

ENI S.p.A., Italy	19
Petrobras	18
Petronas	17
<i>Society of Petroleum Engineers International</i>	15
China Earthquake Administration	14
University of Texas at Austin	14
University of Chinese Academy of Sciences	14
<i>Los Alamos National Laboratory</i>	13
China University of Mining & Technology, Beijing	13
Petroleum University of Technology	12
Chevron Corporation	12
Southwest Petroleum University China	12

Примечания к таблице: название файла с полными данными — Scopus-2077-Analyze-Affiliation.csv

Основной особенностью таблицы 4 является большое число крупных энергетических фирм, с которыми аффилированы авторы. Это указывает на заинтересованность индустрии в рассматриваемой тематике и целесообразность проведения патентного анализа, связанного с данными фирмами и рассматриваемой темой. Вторая особенность - большая аффилиация с китайскими университетами.

Таблица 5. Основные фонды финансирующие рассматриваемое направление научных исследований

Funding/Sponsor	N
National Natural Science Foundation of China	105
U.S. Department of Energy	24
National Energy Technology Laboratory	17
Fundamental Research Funds for the Central Universities	14
Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada	14
China Postdoctoral Science Foundation	12
National Basic Research Program of China (973 Program)	12
National Science Foundation	12
Chinese Academy of Sciences	9
Ministry of Science and Technology, Taiwan	7
Engineering and Physical Sciences Research Council	5
National Aeronautics and Space Administration	5
Natural Science Foundation of Liaoning Province	5
China Scholarship Council	4
Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources	4
Lawrence Berkeley National Laboratory	4
Major State Basic Research Development Program of China	4
National Key Clinical Specialty Discipline Construction Program of China	4

Natural Science Foundation of Shandong Province	4
Norges Forskningsråd	4
U.S. Geological Survey	4
Canada Research Chairs	3
Russian Science Foundation	3

Примечания к таблице: название файла с полными данными — Scopus-2077-Analyze-FundingSponsor.csv

Доминирование китайских фондов в финансировании выбранного научного направления очевидно [2], обращает на себя внимание и высокая активность американских административных структур. Целесообразно более детально проанализировать материалы, размещенные на сайте U.S. Department of Energy имеющему хорошую базу данных.

Таблица 6. Основные источники публикаций по рассматриваемой теме

SOURCE TITLE	N
Proceedings Of The Annual Offshore Technology Conference	57
Applied Mechanics And Materials	45
Proceedings SPE Annual Technical Conference And Exhibition	44
Advanced Materials Research	37
Energy Procedia	20
Environmental Earth Sciences	18
Journal Of Petroleum Science And Engineering	17
Lecture Notes In Computer Science Including Subseries Lecture Notes In Artificial Intelligence And Lecture Notes In Bioinformatics	16
International Journal Of Greenhouse Gas Control	15
Proceedings Of SPIE The International Society For Optical Engineering	15
ACM International Conference Proceeding Series	12
Iop Conference Series Earth And Environmental Science	11
Dizhen Dizhi	10
Communications In Computer And Information Science	9
Journal Of Loss Prevention In The Process Industries	9
International Multidisciplinary Scientific Geoconference Surveying Geology And Mining Ecology Management Sgem	8
Landslides	8
Proceedings Of The International Conference On Offshore Mechanics And Arctic Engineering OMAE	8
Science Of The Total Environment	8
Water Resources Research	8
Advances In Intelligent Systems And Computing	7

Примечания к таблице: название файла с полными данными — Scopus-2077-Analyze-Source.csv

Обращает на себя внимание, как и в таблице 1, большое число трудов конференций, что часто указывает на высокую значимость для индустрии и новизну темы. Целесообразно на следующем

этапе аналитической работы рассмотреть труды отраслевых конференций, которые еще в большей степени связаны с индустрией, но не входят в базу Scopus т.к. не рецензируются.

Некоторые ключевые термины, входящие в названия источников публикаций и имеющих прямое отношение к теме: Offshore Technology, Petroleum Science And Engineering, Notes In Computer Science, Notes In Artificial Intelligence, Computer And Information Science, Loss Prevention, Offshore Mechanics, Arctic Engineering, Intelligent Systems. Термины, входящие в названия изданий, широко встречаются в текстах, поэтому их целесообразно использовать при формировании поисковых запросов.

Построение ландшафта научных исследований по публикациям в БД Scopus

В работе используется программа VOSviewer - это бесплатный продукт для построения и визуализации ландшафта научных исследований в виде сетей совместной встречаемости концептов библиометрических данных: авторов, их аффилиации, ключевых слов, стран. VOSviewer разработан Нисом Яном ван Экком и Людо Уолтманом из Центра научных и технологических исследований Лейденского университета (CWTS).

Таблица 7. Основные ключевые слова по 2000 библиометрическим данным БД Scopus. Критерий total link strength > 1000

keyword	occurrences	total link strength
risk assessment	500	6237
intelligent systems	287	3885
monte carlo methods	252	3676
neural networks	249	2936
uncertainty analysis	181	2616
petroleum reservoir evaluation	215	2586
digital storage	210	2470
petroleum engineering	192	2275
artificial neural network	146	2098
petroleum reservoirs	128	1889
decision making	142	1739
forecasting	145	1737
gas industry	138	1737
hazards	153	1737
article	82	1707
risk perception	126	1677
oil wells	122	1582
risk management	143	1522
seismology	116	1517
risk analysis	112	1409
carbon dioxide	89	1401
geology	110	1355
oil fields	111	1265
china	79	1233

gases	95	1208
earthquakes	113	1198
offshore oil wells	90	1172
monte carlo analysis	62	1165
well stimulation	72	1078
offshore oil well production	100	1068
oil well flooding	71	1068
gis	79	1063
remote sensing	87	1046
numerical model	64	1043
safety engineering	90	1041
geophysics	86	1019
geographic information systems	67	1018
landslides	81	1014
petroleum reservoir engineering	64	1007
oil field development	78	1006

Примечания к таблице: тип исследования — all keywords (author keywords + index keywords) co-occurrence, counting method - full counting, thesaurus file - не использовался (он строится для данной предметной области и позволяет исключить из рассмотрения некоторые термины или составить список синонимов), порог встречаемости терминов - 5, общее число ключевых слов 16385, число ключевых слов удовлетворяющих порогу встречаемости 1365. Для построения сети совместной встречаемости ключевых слов используется 1000 наиболее встречаемых (ограничения программы, обусловленное длительностью вычислений и визуальными возможностями просмотра получаемых графиков).

Детальное описание программы размещено в открытом доступе по адресу:
<https://www.vosviewer.com/getting-started>

Основные ключевые слова находятся в хорошем соответствии с ключевыми словами темы и могут быть использованы для дальнейшего сбора и анализа научных публикаций и патентов, опубликованных на английском языке.

Отдельные слова, например, article, могут быть в дальнейшем исключены с использованием "thesaurus file", monte carlo methods и monte carlo analysis, risk perception и risk analysis объединены как термины, имеющие схожее значение.

Полный список ключевых слов размещен в файле: Scopus-2077-KW-co-occurrence-list.tsv .

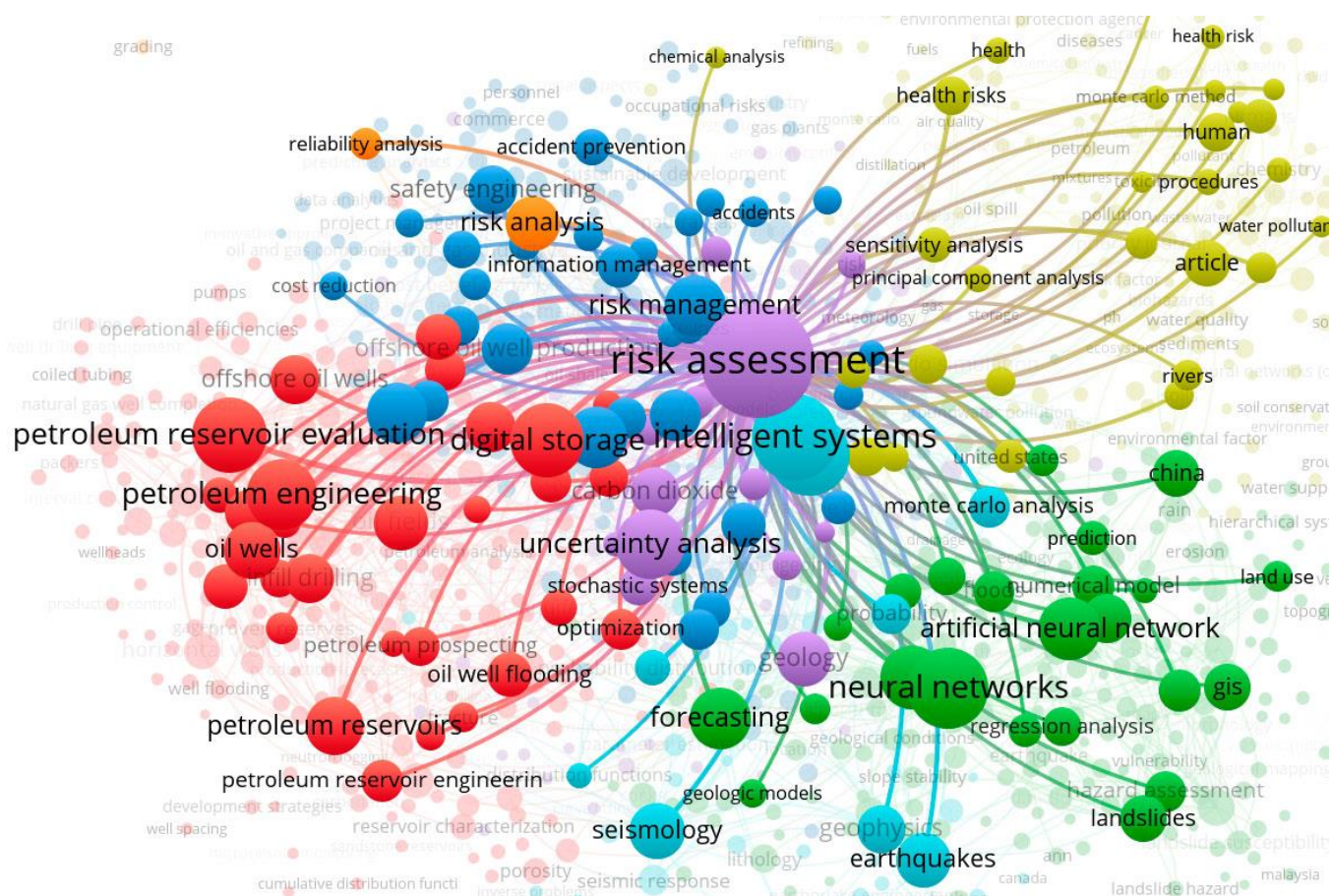


Рисунок 2. Демонстрация связей центрального термина "Risk assessment" с остальными ключевыми словами ландшафта исследований

На рисунке хорошо просматриваются даже с такими терминами как **offshore oil wells** и **landslides**, что важно для последующего, более детального анализа публикаций. Например, для оценки рисков может представлять интерес тема "Underground **Landslide** Displacement Monitoring"

infill drilling	335	87	geographic information systems	362	67	monitoring	334	62
oil field development	345	78	numerical model	467	64	petroleum industry	311	62
costs	342	76	hazard assessment	314	62	artificial intelligence	360	60
well stimulation	328	72	floods	341	60	investments	311	58
oil well flooding	377	71	landslide	234	58	learning systems	315	52
petroleum reservoir engineering	358	64	regression analysis	380	55	oil and gas industry	281	51
optimization	391	63	disasters	287	52	data handling	319	50
data acquisition	353	61	groundwater	328	48	accident prevention	244	48
gasoline	304	60	prediction	385	42	machine learning	315	41
horizontal wells	286	56	mapping	271	38	pipelines	249	40
petroleum prospecting	345	56	neural network	205	38	cost benefit analysis	229	37
hydrocarbons	363	54	support vector machines	254	37	life cycle	215	35
oil well drilling	289	52	algorithm	271	36	surveys	229	35
reservoir management	281	51	climate change	198	36	accidents	207	34
well logging	285	51	digital elevation model	207	36	sustainable development	211	34
well drilling	281	50	reservoirs (water)	283	34	inspection	152	31
well completion	261	48	genetic algorithms	246	33	bayesian networks	217	30
aquifers	345	47	land use	272	33	complex networks	231	30
efficiency	249	46	lithology	233	33	intelligent control	175	30
intelligent completion	173	46	algorithms	238	32	visualization	202	30
boreholes	250	44	rain	259	32	cost reduction	181	29
cost effectiveness	254	39	coal mines	188	30	natural gas	231	29
oil field equipment	237	38	rocks	198	30	oil spills	235	29
proven reserves	248	37	fuzzy logic	202	29	reliability	230	29
engineers	215	33	geologic models	225	28	environmental impact	271	28
oil well completion	178	33	artificial neural networks	181	26	offshore technology	173	28
crude oil	237	32	disaster prevention	159	26	petroleum transportation	192	28
design	227	32	flood control	187	25	project	150	28

						management		
economics	252	32	water levels	210	25	automation	172	27
fracture	234	32	rock mechanics	169	24	commerce	143	26
resource valuation	234	32	geological hazards	133	23	decision support systems	198	26
well testing	192	32	landforms	154	23	damage detection	175	25
oil well logging	216	30	landslide susceptibility	139	23	decision trees	203	25
water injection	219	30	spatial analysis	229	23	deep learning	137	25
petroleum deposits	230	29	earthquake	105	22	learning algorithms	172	25
porosity	207	29	satellite imagery	188	22	maintenance	143	24
reservoir characterization	244	28	data set	188	21	safety	206	24
seismic waves	180	28	flooding	155	21	budget control	186	23
hydraulic fracturing	246	27	geological conditions	145	21	errors	167	23
injection (oil wells)	212	26	support vector machine	173	21	public utilities	163	23
shale	179	26	maps	210	20	data visualization	136	20
enhanced recovery	195	25	slope stability	130	20	decision making process	137	20

Обозначения: название поля в исходной таблице -> поле в данной таблице; label -> KW cluster; weight<Occurrences> -> Occur; weight<Links> -> Link;

Представленная таблица позволяет составлять эффективные запросы для получения публикаций по теме каждого кластера, т.к. эти слова имеют высокую встречаемость и совместную встречаемость в текстах 2000 публикаций БД Scopus.

Таблица 9. 20 стран с наибольшей публикационной активностью, общая цитируемость из документов и уровень связи стран по библиометрии.

country	documents	citations	total link strength
united states	548	2854	12930
china	426	1993	12533
united kingdom	135	976	7175
canada	85	727	3674
italy	84	525	1918
iran	70	762	3830
germany	61	1111	3191
india	56	324	940
russian federation	56	94	3025
malaysia	53	517	2886
saudi arabia	52	266	1872

australia	48	614	4614
brazil	43	108	694
norway	43	447	1631
taiwan	36	126	1001
japan	31	189	2146
united arab emirates	31	94	595
indonesia	28	94	1001
france	27	215	732
south korea	27	695	1922

Примечания к таблице: Тип анализа: Bibliometric coupling - Countries. 119 стран, из них 66 имеют минимум 3 документа в итоговой таблице запроса к БД Scopus. Название файла с полными данными — Scopus-2077-KW-countries-bibliometrics-landscape.tsv

По рассматриваемой теме у России не плохая публикационная активность, хорошее международное сотрудничество, но достаточно низкий уровень цитируемости. Необходимы дальнейшие исследования для понимания причин низкой цитируемости.

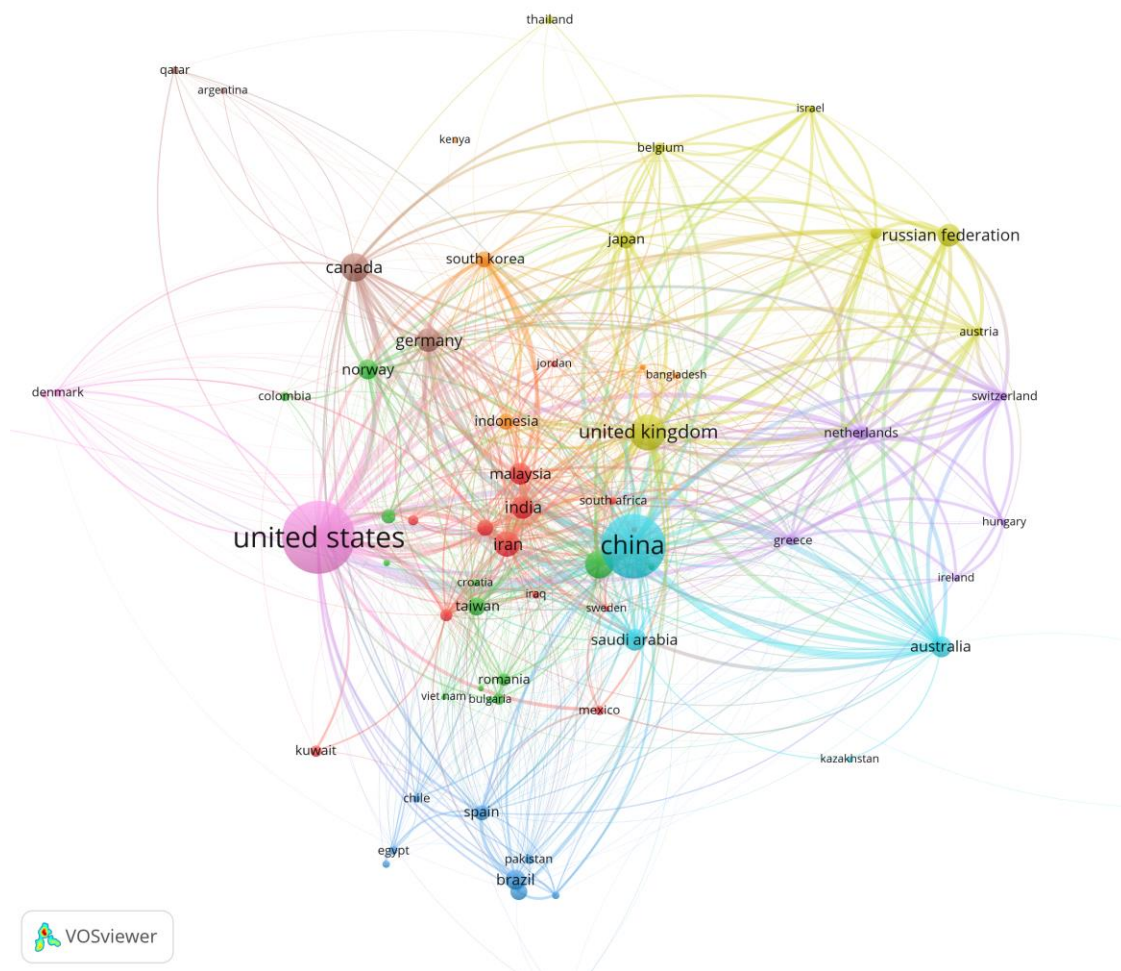


Рисунок 4. Ландшафт сотрудничества стран по совместным библиометрическим данным

Таблица 10. 30 организаций с наибольшей публикационной активностью, общая цитируемость их документов и уровень связи организаций по библиометрии.

organization	documents	citations	total link strength
schlumberger, united states	41	58	77
halliburton, united states	25	93	141
saudi aramco, saudi arabia	23	31	35
baker hughes, united states	16	40	12
petrobras, brazil	11	22	18
kuwait oil company, kuwait	9	10	145
baker hughes incorporated, united states	8	7	3
spe, united states	8	7	45
chevron, united states	7	8	85
university of calgary, canada	7	31	6
university of southern california, united states	7	7	208
earth and environmental sciences division, los alamos national laboratory, los alamos, nm 87545, united states	6	208	309
heriot-watt university, united kingdom	6	32	44
petronas, malaysia	6	3	3
sinopec research institute of safety engineering, qingdao, china	6	0	0
key laboratory of active tectonics and volcano, institute of geology, china earthquake administration, beijing, 100029, china	5	1	2
king fahd university of petroleum and minerals, saudi arabia	5	26	7
university of chinese academy of sciences, beijing, 100049, china	5	22	2
university of oklahoma, united states	5	6	144
weatherford, united states	5	2	4
adco, united arab emirates	4	3	4
baker hughes, a ge company, united states	4	2	4
bp, united states	4	26	96
china university of petroleum, beijing, china	4	6	144
emerald energy institute, university of port harcourt, nigeria	4	3	2
halliburton, brazil	4	1	7
navigation college, dalian maritime university, dalian, 116026, china	4	0	1
petrobras, united states	4	15	43
petronas carigali sdn bhd, malaysia	4	2	8
schlumberger, russian federation	4	14	0

Примечания к таблице: Тип анализа: Bibliometric coupling - Countries. 3377 организаций, из них 52 имеют минимум 3 документа в итоговой таблице запроса к БД Scopus, 39 имеют взаимные связи по библиометрии. Название файла с полными данными - Scopus-2077-KW-organizations-bibliometrics-landscape.tsv

Россия в данной таблице представлена сотрудниками Schlumberger. Ведущие сервисные фирмы представлены не меньше, чем университеты. Публикации Halliburton, BP, Earth and Environmental Sciences Division, Los Alamos National Laboratory высокую цитируемость и сильные международные связи, целесообразно более детально проанализировать тематику данной организации и за счет чего достигаются такие показатели. Из сервисных фирм целесообразнее начать изучение исследовательской деятельности Schlumberger, United States; Halliburton, United States; Saudi Aramco, Saudi Arabia и Baker Hughes, United States.

Таблица 11. Заголовки и аффилиация публикаций, имеющих цитируемость выше 50

Title	Year	Cited by	Affiliations
Delineation of landslide hazard areas on Penang Island, Malaysia, by using frequency ratio, logistic regression, and artificial neural network models	2010	323	Faculty of Forestry, Geo and Hydro-Science, Institute of Cartography, Dresden University of Technology, 01062 Dresden, Germany; Geoscience Information Center, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM), 30, Kajung-Dong, Yusung-Gu, Daejeon, South Korea
An artificial neural network model for flood simulation using GIS: Johor River Basin, Malaysia	2012	167	Institute of Advanced Technology (ITMA), University Putra Malaysia (UPM), 43400 Serdang, Selangor Darul Ehsan, Malaysia; Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran; Faculty of Environmental Studies, University Putra Malaysia, Serdang, Malaysia
Landslide susceptibility mapping using frequency ratio, analytic hierarchy process, logistic regression, and artificial neural network methods at the Inje area, Korea	2013	159	Department of Spatial Information Engineering, Pukyong National University, 45 Yongso-ro, Nam-gu, Busan, 608-737, South Korea; ZEN21, 2nd Floor, RNC Building, 981-1 Bangbae 3-dong, Seocho-gu, Seoul, 137-848, South Korea
Geopressure prediction using seismic data: Current status and the road ahead	2019	151	WesternGeco, Seismic Reservoir Services, 3600 Briarpark Drive, Houston, TX 77042, United States
Flow chemistry: Intelligent processing of gas-liquid transformations using a tube-in-tube reactor	2015	137	CSIRO Manufacturing Flagship, Bayview Avenue, Clayton, VIC 3168, Australia; Department of Chemistry, University of Cambridge, Cambridge, CB2 1EW, United Kingdom; Lennard-Jones Laboratories, School of Physical and Geographical Sciences, Keele University, Staffordshire, ST5 5BG, United Kingdom
Artificial Neural Network based prediction of performance and emission characteristics of a variable compression ratio CI engine using WCO as a biodiesel at different injection timings	2011	112	Dept. of Mechanical Engg., MIT, Manipal 576 104, India; Dept. of Mechanical Engg., NMAMIT, Nitte 574 110, India
Big Data applications in real-time traffic operation and safety monitoring and improvement on urban expressways	2015	107	Department of Civil, Environmental and Construction Engineering, University of Central Florida, Engineering II-215, Orlando, FL 32816, United States

The vascular neural network - A new paradigm in stroke pathophysiology	2012	101	Department of Neurosurgery, Loma Linda University School of Medicine, 11130 Anderson Street, Loma Linda, CA 92354, United States; Department of Pediatrics, Loma Linda University School of Medicine, 11130 Anderson Street, Loma Linda, CA 92354, United States; Department of Physiology and Pharmacology, Loma Linda University School of Medicine, 11130 Anderson Street, Loma Linda, CA 92354, United States; Department of Psychology, Loma Linda University School of Medicine, 11130 Anderson Street, Loma Linda, CA 92354, United States
Displacement prediction in colluvial landslides, Three Gorges Reservoir, China	2013	100	School of Engineering, China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan, China; International Centre for Geohazards (ICG)/Norwegian Geotechnical Institute (NGI), Oslo, Norway
CO2 Accounting and Risk Analysis for CO2 Sequestration at Enhanced Oil Recovery Sites	2016	98	Earth and Environmental Sciences Division, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM 87545, United States; Energy and Geoscience Institute, University of Utah, Salt Lake City, UT 84108, United States; Petroleum Recovery Research Center, New Mexico Tech, Socorro, NM 87801, United States; Bureau of Economic Geology, University of Texas at Austin, Austin, TX 78713, United States; Schlumberger Carbon Services, Cambridge, MA 02139, United States; Pacific Northwest National Laboratory, Richland, WA, United States
Uncertainty in the spatial prediction of soil texture. Comparison of regression tree and Random Forest models	2012	93	Bayreuth University, Department of Geosciences, Soil Physics Group Universitaetsstrasse 30, 95447 Bayreuth, Germany; Martin-Luther University Halle-Wittenberg, Soil Biogeochemistry, von-Seckendorff-Platz 3, 06120 Halle, Germany
Earthen embankment breaching	2011	91	National Center for Computational Hydroscience and Engineering, Univ. of Mississippi, University, MS 38677, United States; University of Ottawa, Canada; Building and Infrastructure Testing Laboratory Ltd., Israel; Naval Research Laboratory, United States; Wuhan University, China; Louisiana State University, United States; University of Iowa, United States; University of Arizona, United States; HEC, Army Corp of Engineers, United States; Bureau of Reclamation, United States; USDA-ARS-HERU, United States; Zhejiang University, China; RBF Consulting, United States; Soresma, Belgium; Tennessee University of Technology, United States; ERDC, Army Corp of Engineers, United States; University of South Carolina, United States; University of

Mississippi, United States; HydroQuebec, Canada; National Sedimentation Laboratory, United States; BGC Engineering Inc., Canada; National Weather Service, NOAA, United States; HR Wallingford, United Kingdom; University of Nottingham, United Kingdom; McCormick Rankin Corporation, Canada; Flanders Hydraulics Research, Belgium; University of California at Irvine, United States; Université Catholique de Louvain, Belgium; WEST Consultants, Inc., United States; Hiroshima Univ., Japan; Army Corp of Engineers, United States; David T. Williams and Associates, CO, United States; Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong

Revise the revised? New dimensions of the neuroanatomical hypothesis of panic disorder	2013	90	Department of Psychiatry and Psychotherapy, University of Tuebingen, Calwerstr. 14, 72076 Tübingen, Germany; Department of Psychiatry, Psychosomatics and Psychotherapy, University of Wuerzburg, Würzburg, Germany
SAR observation and model tracking of an oil spill event in coastal waters	2011	88	DTU Space, National Space Center, Juliane Mariesvej 30, Copenhagen 2100, Denmark; IMSG at NOAA/NESDIS, Camp Springs, MD 20746, United States; State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China; Key Laboratory of Coastal Disaster and Defense, Ministry of Education, Hohai University, Nanjing 210098, China; LASG, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Science, Beijing 100029, China; Florida State University, 117 N. Woodward Avenue, Tallahassee, FL, United States; NOAA/NESDIS/STAR, Camp Springs, MD 20746, United States
Delivering sustainable, high-performance buildings: Influence of project delivery methods on integration and project outcomes	2013	82	School of Planning, Design and Construction, Michigan State Univ., 201D Human Ecology Building, East Lansing, MI 48824, United States; Michigan State Univ., 111 Human Ecology Building, East Lansing, MI 48824, United States; Dept. of Architectural Engineering, Pennsylvania State Univ., 104 Engr. Unit A, University Park, PA 16802, United States
The business impact of an integrated continuous biomanufacturing platform for recombinant protein production	2015	81	Late Stage Process Development, BioRealization, R and D, Sanofi, Framingham, MA 01701, United States; Biopharm Services, HP51SD, Chesham, United Kingdom
Mountain permafrost: Development and challenges of a young research field	2011	81	Glaciology, Geomorphodynamics and Geochronology, Department of Geography, University of Zürich-Irchel, Winterthurerstrasse 190, CH-8057 Zürich, Switzerland; BGC

Engineering Inc., 1045 Howe Street, Vancouver, BC V6Z 2A9, Canada; Department of Geosciences, University of Fribourg, CH-1700 Fribourg, Switzerland; Meteorology and Climatology Division, Norwegian Meteorological Institute, PO Box 43, Blindern, NO-0313 Oslo, Norway; Department of Physical Geography, University of Würzburg, D-97074 Würzburg, Germany; Geomorphological and Environmental Research Group, Department of Geography, University of Bonn, Meckenheimer Allee 166, D-53115 Bonn, Germany; WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF, Flüelastrasse 11, CH-7260 Davos-Dorf, Switzerland

Concentrated solar power hybrid plants, which technologies are best suited for hybridisation?	2013	79	Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sydney, Level 11, UTS Building 10, 235 Jones Street, Ultimo, NSW 2007, Australia; Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sydney, Australia; Aurecon Australia Pty Ltd., Australia; ERK Eckrohrkessel GmbH, Germany
Regional soil erosion risk mapping using RUSLE, GIS, and remote sensing: A case study in Miyun Watershed, North China	2011	75	Institute of Geophysics and Geomatics, China University of Geosciences, 430074 Wuhan, China; State Key Lab of Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, 430079 Wuhan, China; Computer School, Wuhan University, 430079 Wuhan, China
Bionanocomposites materials for food packaging applications: Concepts and future outlook	2018	73	Packing and Packaging Materials Department, National Research Centre, 33 El Bohouth St., (Former El Tahrir St.), P.O. 12622, Dokki, Giza, Egypt; Dairy Science Department, Food Industries and Nutrition Division, National Research Centre, 33 El Bohouth St. (Former El Tahrir St.), Dokki, Giza, 12622, Egypt
A support vector machine algorithm to classify lithofacies and model permeability in heterogeneous reservoirs	2010	73	Department of Chemical and Petroleum Engineering, Schulich School of Engineering, University of Calgary, Canada
Comparison and validation of landslide susceptibility maps using an artificial neural network model for three test areas in Malaysia	2010	73	Institute for Cartography, Faculty of Forestry, Geo-, and Hydro-Science, Dresden University of Technology, 01062 Dresden, Germany
Electric vehicles with a battery switching station: Adoption and environmental impact	2015	70	Lee Kong Chian School of Business, Singapore Management University, Singapore, 178899, Singapore; Technology and Operations Management, INSEAD, Fontainebleau, 77305, France; Technology and Operations Management, INSEAD, Singapore, 138676, Singapore
Comparison between prediction	2010	70	Institute for Cartography, Faculty of Forestry, Geo

capabilities of neural network and fuzzy logic techniques for L and slide susceptibility mapping			and Hydro-Science, Dresden University of Technology, 01062 Dresden, Germany; Institute for Advanced Technologies (ITMA), University Putra Malaysia, 43400, UPM, Serdang Selangor Darul Ehsan, Malaysia
Application of robotics in offshore oil and gas industry-A review Part II	2016	68	Petroleum Institute, Abu Dhabi, United Arab Emirates
Convolutional neural network for earthquake detection and location	2018	67	School of Engineering and Applied Sciences, Harvard University, Cambridge, MA 02138, United States; Gram Labs Inc., Arlington, VA 22201, United States; Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139, United States; Department of Earth and Planetary Sciences, Harvard University, Cambridge, MA 02138, United States
Neural networks to predict earthquakes in Chile	2013	67	TGT, Camino Agrícola 1710, Torre a Of 701, Santiago, Chile; Department of Continuum Mechanics, University of Seville, Spain; Department of Computer Science, Pablo de Olavide University of Seville, Spain
The application of a coupled artificial neural network and fault tree analysis model to predict coal and gas outbursts	2010	65	School of Safety Science and Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo, Henan Province, 454003, China; Process and Environmental Research Division, Faculty of Engineering, University of Nottingham, University Park, Nottingham, NG7 2RD, United Kingdom; School of Civil, Environmental and Mining Engineering, University of Adelaide, Adelaide, SA 5005, Australia
Progressive collapse fragility of reinforced concrete framed structures through incremental dynamic analysis	2015	63	EUCENTRE, European Centre for Training and Research in Earthquake Engineering, Via Ferrata 1, Pavia, 27100, Italy; Dept. of Structures for Engineering and Architecture, University of Naples Federico II, Via Claudio 21, Naples, 80125, Italy
Improvement of statistical landslide susceptibility mapping by using spatial and global regression methods in the case of More and Romsdal (Norway)	2010	63	Geodetic and Geographic Information Technologies, Middle East Technical University, 06531 Ankara, Turkey
The role of chemometrics in single and sequential extraction assays: A review. Part I. Extraction procedures, uni- and bivariate techniques and multivariate variable reduction techniques for pattern recognition	2011	62	Department of Analytical Chemistry, University of Torino, Via Giuria 5, 10125 Torino, Italy
In Salah CO2 storage JIP: CO2 sequestration monitoring and	2011	60	BP Exploration, Chertsey Road, Sunbury, Middlesex TW16 7LN, United Kingdom; Statoil,

verification technologies applied at Krechba, Algeria			Stavanger, NO-4033, Norway; Statoil, Trondheim NO-7005, Norway
Approaches for delineating landslide hazard areas using different training sites in an advanced artificial neural network model	2010	58	Institute of Cartography Faculty of Forestry, Hydro and Geosciences Dresden University of Technology, 01062 Dresden, Germany; Faculty of Engineering, University Putra Malaysia, Serdang, Malaysia; Applied Geology Section, Department of Geological Hazards and Engineering, Saudi Geological Survey, Jeddah 21514, Saudi Arabia
Optimum design of CO2 storage and oil recovery under geological uncertainty	2017	56	Petroleum Recovery Research Center, New Mexico Tech, Socorro, NM 87801, United States; Schlumberger Carbon Service, Denver, CO 80202, United States; Earth and Environmental Sciences Division, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM 87545, United States; College of Construction Engineering, Jilin University, Changchun, 130021, China; The Ohio State University, School of Earth Sciences, Columbus, OH, United States
An integrated safety prognosis model for complex system based on dynamic Bayesian network and ant colony algorithm	2011	56	College of Mechanical and Transportation Engineering, China University of Petroleum, Beijing 102249, China; Cooperative Research Centre for Integrated Engineering Asset Management, Queensland University of Technology, Brisbane, QLD 4001, Australia
Quantitative landslide susceptibility mapping at Pemalang area, Indonesia	2010	53	Department of Earth System Sciences, Yonsei University, 262 Seongsanno, Seodaemun-gu, Seoul 120-749, South Korea; Geoscience Information Center, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM), 92 Gwahang-no, Yuseong-gu, Taejeon 305-350, South Korea; Directorate of Volcanology Geological Hazard Mitigation, Jl. Diponegoro No. 57, Bandung, Indonesia

Примечания к таблице: Название файла с данными по 2000 публикаций - Scopus-2077-Citations-Titles-DOI-Affiliations.csv

Для выявления приоритетных тематик научных исследований в 2000 документах БД Scopus приведем сравнение встречаемости ключевых слов в 500 наиболее цитируемых публикациях и 500 наименее цитируемых.

Верхние 500 публикаций содержат 7133 ключевых слов, из них 400 встречается более 5 раз. Полный список в файле: Scopus-2077-KW-500-top.tsv

Нижние 500 публикаций содержат 3987 ключевых слов, из них 197 встречается более 5 раз. Полный список в файле: Scopus-2077-KW-500-last.tsv

Таблица 12. Сравнение встречаемости и уровней совместной встречаемости (links) в наиболее и наименее цитируемых публикациях

keyword	occurrences	total link strength	keyword	occurrences	total link strength
risk assessment	132	1579	risk assessment	91	603
neural networks	107	1254	petroleum engineering	86	691
artificial neural network	89	1132	petroleum reservoir evaluation	58	529
intelligent systems	82	1098	digital storage	53	372
monte carlo methods	74	1035	intelligent systems	47	326
uncertainty analysis	63	845	risk management	39	265
article	51	804	monte carlo methods	34	286
digital storage	51	572	neural networks	34	192
forecasting	47	498	petroleum reservoirs	34	330
hazards	47	477	decision making	32	275
hazard assessment	44	494	oil wells	32	278
decision making	43	438	safety engineering	31	232
carbon dioxide	42	574	gas industry	29	246
numerical model	41	594	oil fields	28	214
risk perception	41	578	costs	27	222
landslides	40	470	risk perception	27	197
landslide	38	448	uncertainty analysis	27	230
earthquakes	37	376	seismology	26	209
china	35	484	hazards	24	141
petroleum reservoir evaluation	34	341	gases	23	207
geophysics	33	368	big data	22	129
human	33	452	earthquakes	22	123
petroleum reservoirs	33	460	forecasting	21	144
monte carlo analysis	32	515	geology	21	111
gis	31	433	petroleum reservoir engineering	21	225
remote sensing	31	342	risk analysis	21	116
optimization	30	326	well stimulation	21	211
probability	29	394	oil field development	20	188
risk management	29	311	offshore oil wells	19	162
computer simulation	28	356	oil well flooding	19	187
regression analysis	28	453	petroleum industry	19	154
prediction	27	404	remote sensing	19	106
united states	27	342	well drilling	18	129
geology	26	314	well testing	18	162
humans	26	351	data acquisition	17	145

risk analysis	26	336	investments	17	160
floods	25	323	reservoir management	17	154
gases	25	215	geographic information systems	15	93
seismology	25	280	infill drilling	15	105
petroleum engineering	24	264	oil well drilling	15	142

Таблица 13. Сравнение списков ключевых слов в таблице 12 для наиболее и наименее цитируемых публикаций — пересечение и исключения.

Most cited (20)	Most \cap Less (20)	Less cited (20)
floods	risk analysis	oil wells
landslide	neural networks	gas industry
landslides	decision making	oil well drilling
regression analysis	digital storage	petroleum industry
computer simulation	forecasting	data acquisition
humans	petroleum reservoirs	safety engineering
hazard assessment	monte carlo methods	well stimulation
china	risk assessment	geographic information systems
carbon dioxide	gases	well drilling
numerical model	petroleum engineering	reservoir management
article	seismology	infill drilling
gis	uncertainty analysis	investments
prediction	risk perception	oil well flooding
artificial neural network	remote sensing	oil field development
optimization	petroleum reservoir evaluation	petroleum reservoir engineering
probability	earthquakes	well testing
monte carlo analysis	intelligent systems	oil fields
united states	geology	big data
geophysics	hazards	offshore oil wells
human	risk management	costs

Ключевые слова высокой встречаемости, наблюдаемые только в наиболее цитируемых публикациях, в большей степени соответствуют анализируемой теме: hazard assessment, artificial neural network, monte carlo analysis, prediction, regression analysis, numerical model, computer simulation, optimization; в менее цитируемых публикациях доминируют ключевые слова более общего характера. Стоит так же обратить внимание на тематику: landslides—floods—geophysics, описывающую возможный источник рисков (landslides—floods) и метода их мониторинга (geophysics).

Таблица 14. Сравнение наиболее встречаемых ключевых слов в публикациях за 2010—2015 и 2016—2019 годы

keywords 2010—	occurrences	total link	keywords 2016—	occurrences	total link
----------------	-------------	------------	----------------	-------------	------------

2015		strength	2019		strength
risk assessment	178	1820	risk assessment	321	3801
neural networks	132	1459	intelligent systems	180	2371
intelligent systems	107	1126	monte carlo methods	171	2348
petroleum engineering	99	1092	digital storage	141	1578
petroleum reservoir evaluation	90	1061	petroleum reservoir evaluation	125	1359
artificial neural network	81	1057	uncertainty analysis	123	1644
monte carlo methods	81	957	neural networks	116	1160
digital storage	69	669	offshore oil well production	97	1007
petroleum reservoirs	67	873	petroleum engineering	93	1029
oil fields	66	679	hazards	91	981
decision making	62	696	forecasting	86	945
hazards	62	610	risk management	85	884
forecasting	58	637	big data	83	750
risk management	58	543	gas industry	82	992
uncertainty analysis	58	736	decision making	79	877
gas industry	55	627	infill drilling	78	850
oil wells	52	656	risk perception	75	985
risk perception	51	549	seismology	73	875
gis	49	616	geology	72	813
landslides	49	577	risk analysis	70	822
earthquakes	46	409	oil wells	69	788
remote sensing	45	519	earthquakes	67	691
seismology	43	495	gases	66	775
risk analysis	42	478	artificial neural network	63	720
article	41	531	petroleum reservoirs	61	838
geographic information systems	40	566	geophysics	60	656
geology	38	390	carbon dioxide	54	830
computer simulation	37	454	offshore oil wells	54	649
hazard assessment	37	446	gasoline	53	537
safety engineering	37	352	safety engineering	53	626
well stimulation	37	503	costs	52	555
offshore oil wells	36	433	oil field development	51	588
carbon dioxide	35	414	china	48	701
landslide	34	432	monte carlo analysis	48	818

horizontal wells	33	440	data mining	46	465
china	31	361	oil fields	45	492
numerical model	31	432	data acquisition	42	453
oil well flooding	31	363	remote sensing	42	424
optimization	31	365	article	41	812
oil well drilling	30	334	information management	41	427

Примечания к таблице: Название файла с данными: Scopus-2077-KW-2010-2015.csv; Scopus-2077-KW-2016-2019.csv

Тип исследования — all keywords (author keywords + index keywords) co-occurrence, counting method - full counting, порог встречаемости терминов - 5; 2010—2015 годы общее число ключевых слов 9134, число ключевых слов удовлетворяющих порогу встречаемости 573; 2016—2019 годы общее число ключевых слов 10259, число ключевых слов удовлетворяющих порогу встречаемости 734;

Таблица 15. Сравнение списков ключевых слов в таблице 14 для публикаций за 2010—2015 и 2016—2019 годы (пересечение и исключения).

KW 2010—2015 only (12)	2010—2015 ∩ 2016—2019 (28)	KW 2016—2019 only (12)
landslides	gas industry	monte carlo analysis
numerical model	forecasting	data acquisition
oil well drilling	risk analysis	oil field development
oil well flooding	article	geophysics
geographic information systems	geology	offshore oil well production
computer simulation	risk management	data mining
horizontal wells	artificial neural network	infill drilling
well stimulation	earthquakes	information management
optimization	china	gasoline
gis	digital storage	costs
landslide	petroleum engineering	big data
hazard assessment	oil wells	gases
	risk assessment	
	neural networks	
	oil fields	
	hazards	
	uncertainty analysis	
	risk perception	
	intelligent systems	
	monte carlo methods	
	petroleum reservoirs	
	seismology	
	remote sensing	

petroleum reservoir evaluation
decision making
offshore oil wells
safety engineering
carbon dioxide

Разница в ключевых словах между годами меньше (12—28—12), чем между высоко и низко цитируемыми публикациями (20—20—20). Термины, к которым нарастает внимание в последние годы и которые соответствуют задачам анализируемой темы, выделены в правой колонке.

Заключение:

1. Нарастание публикационной активности по рассматриваемой тематике за 2010—2019 годы составляет 2.7 раза, что выше среднего темпа увеличения числа публикаций.
2. Доминирование разделов размещенных в Scopus работ: 'Earth and Planetary Sciences', 'Engineering', Energy, Computer Science, Mathematics - соответствует анализируемой теме.
3. Библиометрический анализ показывает, что значительное число публикаций имеет аффилиацию с крупными энергетическими фирмами.
4. Наблюдается доминирование китайских фондов в финансировании рассматриваемого научного направления.
5. Для более новых документов типично использование терминов, характеризующих конкретные реализации алгоритмов и типов угроз, в ранних работах преобладают термины более общего характера.
6. Публикации, имеющие лучшую цитируемость, содержат большее число ключевых терминов, соответствующих терминам анализируемой темы, чем публикации с более низким уровнем цитирования.
7. Число рецензируемых трудов конференций превышает число статей, что характерно для более новых тем исследований и существенной связи с индустрией.

Ссылки:

Van Eck, N.J., & Waltman, L. (2010). Software survey: **VOSviewer**, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538.

Ma, L. (2017). Central government agencies in China: toward a research agenda. *Economic and Political Studies*, 5(2), 195–214. doi:10.1080/20954816.2017.1310793

<https://figshare.com/s/f677cb5f6fbcd63e173e> — приватная ссылка на исходные таблицы и рисунки, используемые в данном разделе (33 файла).

Boris Chigarev ORCID 0000-0001-9903-2800 https://figshare.com/authors/Boris_Chigarev/6474086