

Анализ уровня цифровой трансформации экономики Хабаровского и Камчатского краев

Стрельцова Марина Николаевна

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Научный руководитель:

Баженов Руслан Иванович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

*к.п.н., доцент, зав. кафедрой информационных систем, математики и
правовой информатики*

Аннотация

В статье проведены исследования на определения уровня цифровой трансформации двух регионов, а именно Камчатского и Хабаровского краев. Исследования проводились с применением индексного метода, корреляционного и регрессионного анализа. Для удобства в расчетах использовались программы: MS Excel и RStudio. Было спрогнозировано значение одного показателя в системе R и проведено сравнение с реальными данными.

Ключевые слова: трансформация, цифровая экономика, индексный метод, корреляционный и регрессивный анализ.

Analysis of the level of digital transformation of the economy Khabarovsk and Kamchatka territories

Streltsova Marina Nikolaevna

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Scientific adviser:

Bazhenov Ruslan Ivanovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

*Candidate of pedagogical sciences, associate professor, Head of the Department
of Information Systems, Mathematics and Legal Informatics*

Abstract

The article conducted research on determining the level of digital transformation of two regions, namely the Kamchatka and Khabarovsk territories. The studies were carried out using the index method, correlation and regression analysis. For convenience, the following programs were used in the calculations: MS Excel and

RStudio. The value of one indicator in the R system was predicted and a comparison was made with real data

Keywords: transformation, digital economy, index method, correlation and regression analysis.

Развитие цифровых технологий не раз приводило к значительным изменениям в жизни людей в течение длительного времени. Становление цифровой экономики является одним из приоритетных направлений для многих стран. В последние годы разворачивается очередная волна трансформации моделей деятельности в бизнесе и социальной сфере, вызванная появлением цифровых технологий нового поколения, которые в силу масштабов и глубины влияния получили наименование «сквозных», — искусственного интеллекта, робототехники, Интернета вещей, технологий беспроводной связи и ряда других. В скором будущем именно эффективное использование новых цифровых технологий будет определять международную конкурентоспособность, как отдельных компаний, так и целых стран, формирующих инфраструктуру и правовую среду для цифровизации.

В научной статье Ю.Ю. Дашченко рассматривает основные понятия и тенденции цифровой экономики, так же представляет теоретические аспекты цифровой экономики как экономики будущего [1]. А. С. Маринчук и Р.И. Баженов в своей статье изучают зависимость количеством проданных автомобилей в России и ценами на нефть [2]. М. В. Маракулин представляет современные определения устойчивого терминологического сочетания «цифровая экономика» [3]. И. В. Порядина показывает применение методов корреляционно-регрессионного анализа при оценке финансовых показателей коммерческого банка [4]. Т. В. Чернова в статье использует индексный метод анализа для оценки факторов, влияющих на показатели затрат на производство сельскохозяйственной продукции [5]. В. В. Черных, А. П. Суворова, Р. И. Баженов в своей статье исследуют возможности цифровой трансформации экономических систем с целью повышения эффективности территориального развития [6]. В. Л. Егошин и др. объясняют основные принципы работы программной среды R в применении к обработке исследовательских данных [7]. С. Watanabe и другие в своей научной работе выявляют источники снижения производительности в цифровой экономике, так же предлагают новые идеи для изменения уровня цифровой экономики [8]. М. Milano в своей статье рассказывает о применении различных языков программирования в приложениях биоинформатики, наиболее часто используемым является язык программирования R [9].

Целью данной статьи является исследования уровня цифровой трансформации экономики для двух регионов на основе индексного метода, корреляционного и регрессионного анализа в программе RStudio.

Для проведения данного исследования необходимо провести мониторинг статистических наблюдений, воспользовавшись данными,

которые находятся в открытых источниках: Федеральная служба статистики [10], Статистические сборники ВШЭ [11]. При проверке уровня трансформации использовались следующие методы: индексный метод, корреляционный и регрессионный анализ. Для применения этих методов использовалась программа для работы с электронными таблицами – MS Excel, и язык программирования R в программе RStudio [12-15].

План исследования:

1. Найти данные для анализа
2. Составить таблицы в MS Excel для индексного метода
3. Рассчитать корреляцию показателей в системе R
4. Построить тепловую карту по коэффициентам корреляции в R
5. Построить регрессионную модель в R
6. Написать выводы

Для начала исследования необходимо составить таблицу показателей для анализа. Данные для таблицы взяты из источников Федеральной службы статистики и статистические сборники ВШЭ, которые находятся в открытом доступе (Табл. 1)

Таблица 1. Показатели для анализа

Наименование показателя	Код показателя
Доля населения - активных пользователей сети Интернет, %	Index1
Доля домохозяйств, имеющих персональный компьютер, %	Index2
Доля населения, использовавшего сеть Интернет для получения государственных и муниципальных услуг, %	Index3
Доля электронного межведомственного документооборота, %	Index4
Доля размещенных госзаказов с использованием электронных торговых площадок (по стоимости заключенных контрактов), %	Index5
Организации, использовавшие персональные компьютеры	Index6
Организации, использовавшие широкополосный доступ к сети Интернет	Index7
Организации имевшие веб-сайт	Index8
Число персональных компьютеров с доступом к сети Интернет (в организациях)	Index9
Организации, использовавшие электронный обмен данными между своими и внешними информационными системами, по форматам обмена	Index10
Население, использовавшее сеть Интернет каждый день или почти каждый день	Index11
Число подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1000 человек населения	Index12
Число активных абонентов фиксированного широкополосного	Index13

доступа к сети Интернет	
Число активных абонентов мобильного широкополосного доступа к сети Интернет	Index14
Объем инвестиций в основной капитал, направленных на приобретение информационного, компьютерного и телекоммуникационного (ИКТ) оборудования (без субъектов малого предпринимательства и объема инвестиций, не наблюдаемых прямыми статистическими методами)	Index15
Удельный вес занятых в секторе ИКТ в общей численности занятого населения	Index16
Валовой региональный продукт	GRP
Валовой региональный продукт на душу населения	GRPpc

На основании таблицы 1 и коэффициентов из статистики составляем таблицы индексов цифровизации для регионов за 2010-2019 годы (табл.2а, табл.2б).

Таблица 2а. Показатели цифровизации для Камчатского края за период 2010-2019 годы

Код показателя	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Index1					60,2	70,3	77,7	73,8	84,0	83,7
Index2	61,8	70,1	71,2	76,8	75,8	72,0	66,1	68,6	77,5	73,2
Index3					14,8	14,0	29,3	38,6	45,0	42,0
Index4			38,4	48,8	55,1	56,3	21,0	64,7		
Index5	1,8	72,8	96,7	94,7	69,0					
Index6	96,6	96,3	97,1	98,2	98,0	99,1	99,4	98,6	96,5	
Index7	38,8	44,3	59,6	65,0	66,4	72,1	78,7	83,9	85,3	
Index8	26,2	31,3	38,7	40,1	39,4	40,7	51,5	52,9	50,1	
Index9	19	16	26	29	31	34	34	35	36	
Index10		27,5	23,8	23,2	55,3	62,6	63,0	64,0	58,0	
Index11					50,2	58,2	73,3	63,7	79,2	
Index12	1746,7	1893,6	1956,4	2089,9	2003,4	1997,0	1974,9	1922,2	1814,2	
Index13		10,9	11,3	12,0	10,9	10,9	15,5	18,3	17,7	
Index14		77,8	82,3	88,2	93,8	101,0	98,5	102,9	102,5	
Index15	454	643,4	998,4	638,9	772,3	999,1	1491,7	1345,1	1723,1	
Index16	1,48	1,88	1,49	1,27	0,96	0,82	1,06	1,00	0,74	

* Пустая ячейка означает отсутствие данных

Таблица 2б. Показатели цифровизации для Хабаровского края за период 2010-2019 годы

Код показателя	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Index1					66,4	71,8	76,4	74,3	82	81,1
Index2	63,6	68,6	79,7	80,9	68,5	70,4	73,4	71,9	72,3	62,8
Index3					12,1	9,5	16,7	21,9	25,5	26
Index4			33,3	48,6	63,0	38,5	46,7	37,8		
Index5	1,15	84,89	82,70	92,60	65,62					
Index6	99,6	99,5	99,2	98,1	98,7	99,1	98,4	94,9	95,0	
Index7	62,7	69,2	85,0	87,0	88,9	87,1	89,2	87,6	89,4	
Index8	30,4	37,3	44,6	48,9	48,6	53,8	59,9	53,6	54,6	
Index9	16	20	24	24	28	29	30	32	34	
Index10		36,4	24,8	26,6	54,0	65,9	69,7	63,3	64,5	
Index11					53,6	60,5	61,7	64,2	73,9	
Index12	1673,4	1788,1	1840,2	1911,6	1842,4	1846,4	1771,4	1775,3	1721,1	
Index13		13,5	14,8	15,3	17,6	18,1	19,1	20,8	21,1	
Index14		65,6	70,1	74,2	77,3	81,9	81	86	91,8	
Index15	4443,6	6175,9	6123,1	4742,6	4006,7	5612,4	5705,6	5044,6	4652,6	
Index16	1,80	1,80	1,80	1,70	1,80	1,80	1,30	1,80	1,40	

* Пустая ячейка означает отсутствие данных

Для оценки результатов цифровой трансформации экономики, произведен расчет коэффициентов индексов. Результаты расчета Камчатского и Хабаровского краев за период 2010-2019 годы представлены в таблице 3а и 3б соответственно.

Расчет индексов делается следующим образом, из каждой строки находим максимальное(max) значение – это значение будет равно 1. Остальные значение высчитываются по следующему принципу: коэффициент индекса по году делится на максимальное значение в данной строке. В пустых ячейках ставим 0. Все расчеты выполняются в MS Excel.

Например, берем строку с Index 1 из таблицы 2а (рис.1).

Index1					60,2	70,3	77,7	73,8	84,0	83,7
--------	--	--	--	--	------	------	------	------	------	------

Рисунок 1. Строка с Index 1

Мах значение равно 84,0, следовательно его приравняем 1.

Остальные значение вычисляются так:

$$60,2/84,0=0,72.$$

В пустых ячейках необходимо написать 0.

Все остальные строки вычисляются аналогично.

Таблица 3а. Индексы цифровизации для Камчатского края за период 2010-2019 годы

Код показателя	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Index1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	0,84	0,93	0,88	1,00	1,00
Index2	0,80	0,90	0,92	0,99	0,98	0,93	0,85	0,89	1,00	0,94
Index3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,31	0,65	0,86	1,00	0,93
Index4	0,00	0,00	0,59	0,75	0,85	0,87	0,32	1,00	0,00	0,00
Index5	0,02	0,75	1,00	0,98	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Index6	0,97	0,97	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00	0,99	0,97	0,00
Index7	0,45	0,52	0,70	0,76	0,78	0,84	0,92	0,98	1,00	0,00
Index8	0,50	0,59	0,73	0,76	0,74	0,77	0,97	1,00	0,95	0,00
Index9	0,53	0,44	0,72	0,81	0,86	0,94	0,94	0,97	1,00	0,00
Index10	0,00	0,43	0,37	0,36	0,86	0,98	0,98	1,00	0,91	0,00
Index11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,73	0,93	0,80	1,00	0,00
Index12	0,84	0,91	0,94	1,00	0,96	0,96	0,94	0,92	0,87	0,00
Index13	0,00	0,60	0,62	0,66	0,60	0,60	0,85	1,00	0,97	0,00
Index14	0,00	0,76	0,80	0,86	0,91	0,98	0,96	1,00	1,00	0,00
Index15	0,26	0,37	0,58	0,37	0,45	0,58	0,87	0,78	1,00	0,00
Index16	0,79	1,00	0,79	0,67	0,51	0,44	0,56	0,53	0,39	0,00

Таблица 3б. Индексы цифровизации для Хабаровского края за период 2010-2019 годы

Код показателя	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Index1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	0,88	0,93	0,91	1,00	0,99
Index2	0,79	0,85	0,99	1,00	0,85	0,87	0,91	0,89	0,89	0,78
Index3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,37	0,64	0,84	0,98	1,00
Index4	0,00	0,00	0,53	0,77	1,00	0,61	0,74	0,60	0,00	0,00
Index5	0,01	0,92	0,89	1,00	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Index6	1,00	1,00	1,00	0,98	0,99	0,99	0,99	0,95	0,95	0,00
Index7	0,70	0,77	0,95	0,97	0,99	0,97	1,00	0,98	1,00	0,00
Index8	0,51	0,62	0,74	0,82	0,81	0,90	1,00	0,89	0,91	0,00
Index9	0,47	0,59	0,71	0,71	0,82	0,85	0,88	0,94	1,00	0,00
Index10	0,00	0,52	0,36	0,38	0,77	0,95	1,00	0,91	0,92	0,00
Index11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73	0,82	0,83	0,87	1,00	0,00
Index12	0,88	0,94	0,96	1,00	0,96	0,97	0,93	0,93	0,90	0,00
Index13	0,00	0,64	0,70	0,73	0,83	0,86	0,91	0,99	1,00	0,00
Index14	0,00	0,71	0,76	0,81	0,84	0,89	0,88	0,94	1,00	0,00
Index15	0,72	1,00	0,99	0,77	0,65	0,91	0,92	0,82	0,75	0,00
Index16	1,00	1,00	1,00	0,94	1,00	1,00	0,72	1,00	0,78	0,00

После расчетов индексов цифровизации делаем динамику индексов цифровой экономики регионов (рис.2а, 2б, 2в, 2г).

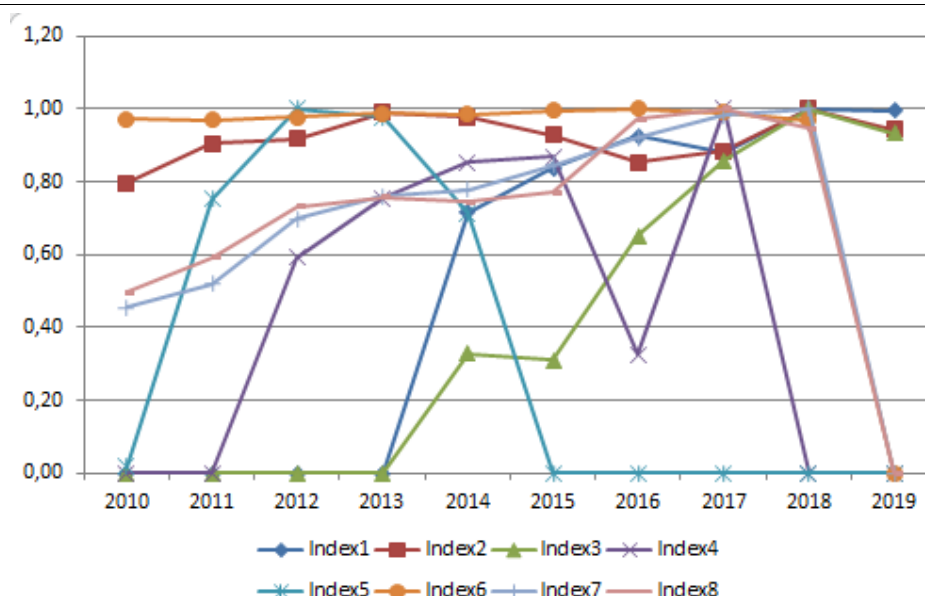


Рисунок 2а. Динамика показателей цифровизации (Index1-Index8) по Камчатскому краю за период 2010-2019 годы

Оценивая в целом динамику показателей цифровизации (Index1-Index8) по Камчатскому краю за период 2010-2019 годы, можно отметить, что активная трансформация цифровой экономики происходила с 2013-2018 годы. Линия показателя Index6 имеет стабильную линию на графике, это говорит о том, что организации продолжают использовать персональные компьютеры. Показатель «Доля населения, использовавшего сеть Интернет для получения государственных и муниципальных услуг» (Index3) с 2013-2018 годы резко возрастал, это говорит о том, что получение гос.услуг через Интернет набирало популярность в использовании.

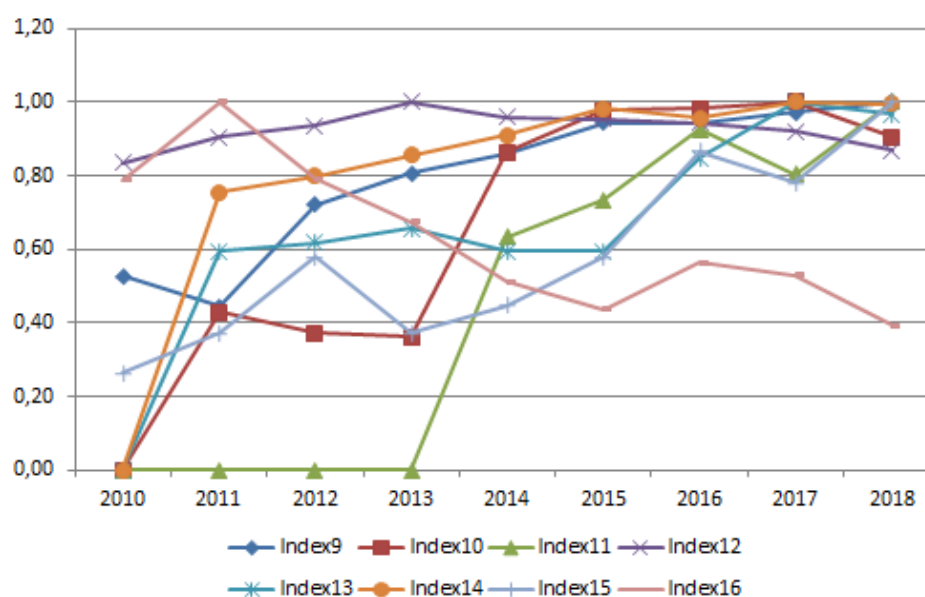


Рисунок 2б. Динамика показателей цифровизации (Index9-Index16) по Камчатскому краю за период 2010-2018 годы

Анализирую динамику показателей цифровизации (Index9-Index16) по Камчатскому краю за период 2010-2018 годы в целом можно сказать, что показатели в большей части все возростали, и наиболее активно цифровая трансформация происходила с 2014-по 2018 годы. Так же на графике видно, что показатель Index12 имеет линию без резких спадов и подъемов, это говорит о том, что за весь период времени число подключение мобильной связи остается стабильным показателем. Линия Показателя Index 11, имеет резкий подъем с 2013-2014, и дальше продолжает подниматься до 2018 года, отсюда можно сделать вывод, что количество людей пользовавшихся сетью Интернет каждый день активно увеличивалось с каждым годом.

Далее рассмотрим подробно динамику для показателей цифровизации по Хабаровскому краю (рис.2в, 2г).

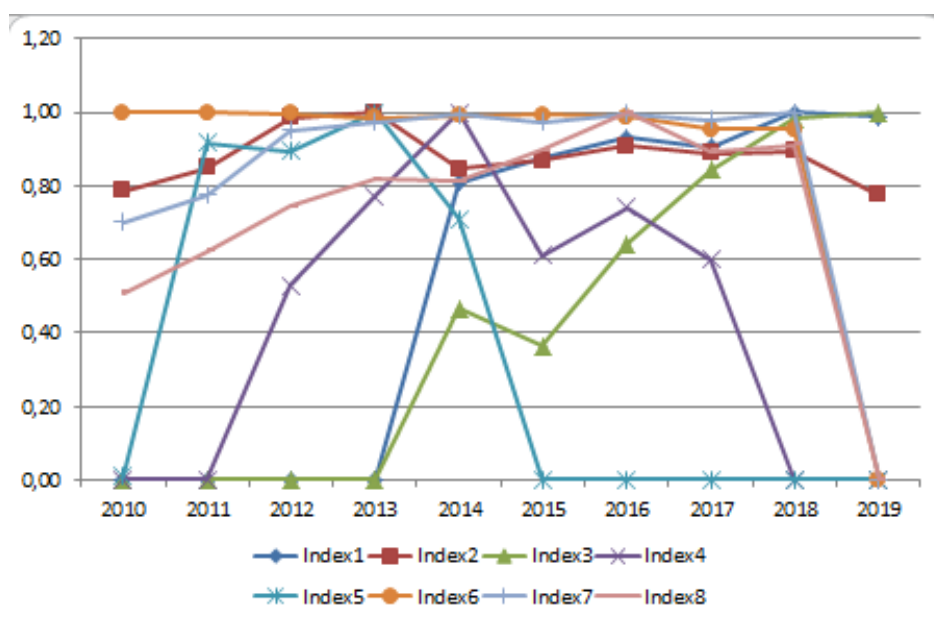


Рисунок 2в. Динамика показателей цифровизации (Index1-Index8) по Хабаровскому краю за период 2010-2019 годы

По графику динамики показателей цифровизации (Index1-Index) по Хабаровскому краю за период 2010-2019 годы (рис.2в) видно, что цифровая трансформация активно происходила в годы с 2013-2018. Линии показателей Index2 и Index6 на графики показывают наиболее плавный переход показателей из года в год, можно сделать вывод, что персональные компьютеры необходимы для домохозяйств и организаций.

Графику динамики показателей цифровизации (Index9-Index16) по Хабаровскому краю за период 2010-2018 годы (рис.2г) показывает, что цифровая трансформация быстро развивалась в годы с 2014-2018.

Зависимый фактор	Код показателя							
	Index9	Index10	Index11	Index12	Index13	Index14	Index15	Index16
GRP Камчатский край	0.87	0.80	0.94	-0.01	0.86	0.90	0.95	-0.81
GRP Хабаровский край	0.98	0.85	0.98	0.00	0.98	0.99	-0.15	-0.59

Остальные индесы показывают коэффициент корреляции больше 0.5, что означает тесную связь между показателями ВРП и индексами цифровизации.

Далее необходимо рассчитать корреляцию показателей для регионов в системе R.

На рисунке 3а показан результат расчёта корреляции показателей цифровизации для Камчатского края.

	Index1	Index2	Index3	Index4	Index5	Index6	Index7	Index8	Index9	Index10	Index11	Index12	Index13	Index14	Index15	Index16
Index1	1	-0,04	0,86	-0,49	NA	-0,32	0,9	0,77	0,92	0,36	0,98	-0,79	0,77	0,75	0,98	-0,33
Index2	-0,04	1	0,05	0,44	0,84	-0,03	0,43	0,29	0,42	-0,22	-0,1	0,49	-0,17	0,01	0,2	-0,4
Index3	0,86	0,05	1	-0,07	NA	-0,53	0,96	0,88	0,81	0,18	0,82	-0,9	0,97	0,67	0,9	-0,17
Index4	-0,49	0,44	-0,07	1	-0,8	-0,13	0,12	-0,13	0,22	0,16	-0,69	-0,04	0,02	0,31	-0,4	-0,4
Index5	NA	0,84	NA	-0,83	1	0,47	0,74	0,86	0,49	-0,75	NA	0,86	0,8	-0,17	0,74	-0,09
Index6	-0,32	-0,03	-0,53	-0,13	0,47	1	0,56	0,55	0,65	0,54	-0,34	0,66	0,09	0,54	0,27	-0,53
Index7	0,9	0,43	0,96	0,12	0,74	0,56	1	0,97	0,96	0,78	0,85	0,3	0,81	0,94	0,87	-0,85
Index8	0,77	0,29	0,88	-0,13	0,86	0,55	0,97	1	0,89	0,72	0,78	0,27	0,9	0,84	0,9	-0,71
Index9	0,92	0,42	0,81	0,22	0,49	0,65	0,96	0,89	1	0,78	0,82	0,35	0,61	0,94	0,77	-0,94
Index10	0,36	-0,22	0,18	0,16	-0,8	0,54	0,78	0,72	0,78	1	0,25	-0,26	0,56	0,91	0,66	-0,81
Index11	0,98	-0,1	0,82	-0,69	NA	-0,34	0,85	0,78	0,82	0,25	1	-0,77	0,76	0,6	0,98	-0,25
Index12	-0,79	0,49	-0,9	-0,04	0,86	0,66	0,3	0,27	0,35	-0,26	-0,77	1	-0,54	-0,16	-0,1	-0,17
Index13	0,77	-0,17	0,97	0,02	0,8	0,09	0,81	0,9	0,61	0,56	0,76	-0,54	1	0,67	0,86	-0,48
Index14	0,75	0,01	0,67	0,31	-0,2	0,54	0,94	0,84	0,94	0,91	0,6	-0,16	0,67	1	0,72	-0,94
Index15	0,98	0,2	0,9	-0,36	0,74	0,27	0,87	0,9	0,77	0,66	0,98	-0,07	0,86	0,72	1	-0,66
Index16	-0,33	-0,4	-0,17	-0,4	-0,1	-0,53	-0,85	-0,71	-0,94	-0,81	-0,25	-0,17	-0,48	-0,94	-0,7	1

Рисунок 3а. Корреляция показателей цифровизации для Камчатского края

На рисунке 3б показан результат расчёта корреляции показателей цифровизации для Хабаровского края.

	Index1	Index2	Index3	Index4	Index5	Index6	Index7	Index8	Index9	Index1.1	Index11	Index12	Index13	Index14	Index15	Index16
Index1	1	-0,11	0,85	-0,72	NA	-0,64	0,37	0,65	-0,04	0,67	0,96	-0,92	0,83	0,88	0,32	-0,74
Index2	-0,11	1	-0,23	-0,38	0,75	-0,16	0,59	0,43	0,19	-0,61	0,67	0,68	-0,28	-0,19	0,3	-0,18
Index3	0,85	-0,23	1	-0,33	NA	-0,93	0,42	0,27	0,22	0,22	0,84	-0,95	0,96	0,86	-0,14	-0,47
Index4	-0,72	-0,38	-0,33	1	-0,61	0,17	0,71	0,02	-0,1	0,11	-0,91	0,21	0,01	-0,03	-0,85	-0,13
Index5	NA	0,75	NA	-0,61	1	-0,55	0,67	0,75	0,06	-0,88	NA	0,88	-0,74	-0,48	0,48	-0,41
Index6	-0,64	-0,16	-0,93	0,17	-0,55	1	-0,5	-0,54	-0,57	-0,45	-0,76	0,21	-0,8	-0,8	0,29	0,36
Index7	0,37	0,59	0,42	0,71	0,67	-0,5	1	0,92	0,51	0,45	0,25	0,51	0,69	0,72	-0,07	-0,4
Index8	0,65	0,43	0,27	0,02	0,75	-0,54	0,92	1	0,3	0,77	0,42	0,3	0,83	0,82	0,04	-0,6
Index9	-0,04	0,19	0,22	-0,1	0,06	-0,57	0,51	0,3	1	0,15	0,26	0,18	0,49	0,58	-0,49	0,21
Index1.1	0,67	-0,61	0,22	0,11	-0,88	-0,45	0,45	0,77	0,15	1	0,5	-0,6	0,86	0,79	-0,24	-0,47
Index11	0,96	0,67	0,84	-0,91	NA	-0,76	0,25	0,42	0,26	0,5	1	-0,88	0,88	0,98	0,15	-0,53
Index12	-0,92	0,68	-0,95	0,21	0,88	0,21	0,51	0,3	0,18	-0,6	-0,88	1	-0,59	-0,53	0,16	0,28
Index13	0,83	-0,28	0,96	0,01	-0,74	-0,8	0,69	0,83	0,49	0,86	0,88	-0,59	1	0,97	-0,46	-0,49
Index14	0,88	-0,19	0,86	-0,03	-0,48	-0,8	0,72	0,82	0,58	0,79	0,98	-0,53	0,97	1	-0,49	-0,5
Index15	0,32	0,3	-0,14	-0,85	0,48	0,29	-0,07	0,04	-0,49	-0,24	0,15	0,16	-0,46	-0,49	1	-0,02
Index16	-0,74	-0,18	-0,47	-0,13	-0,41	0,36	-0,4	-0,6	0,21	-0,47	-0,53	0,28	-0,49	-0,5	-0,02	1

Рисунок 3б. Корреляция показателей цифровизации для Хабаровского края

Для наглядности необходимо построить тепловую карту в системе R(рис.4а, 4б).

На тепловой карте можно увидеть, что коэффициенты корреляции меньше 0.5 окрашены в более темный цвет, это указывает что эти коэффициенты корреляции имеют отрицательные значения.

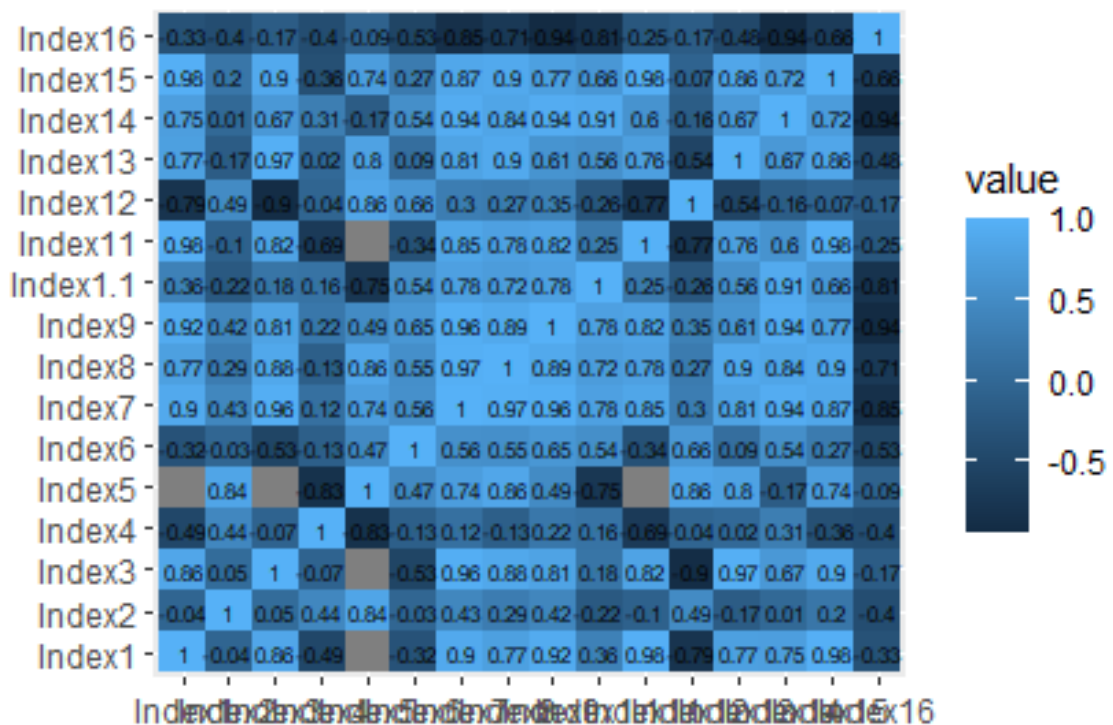


Рисунок 4а. Тепловая карта по рассчитанным коэффициентам корреляции для показателей цифровизации Камчатского края

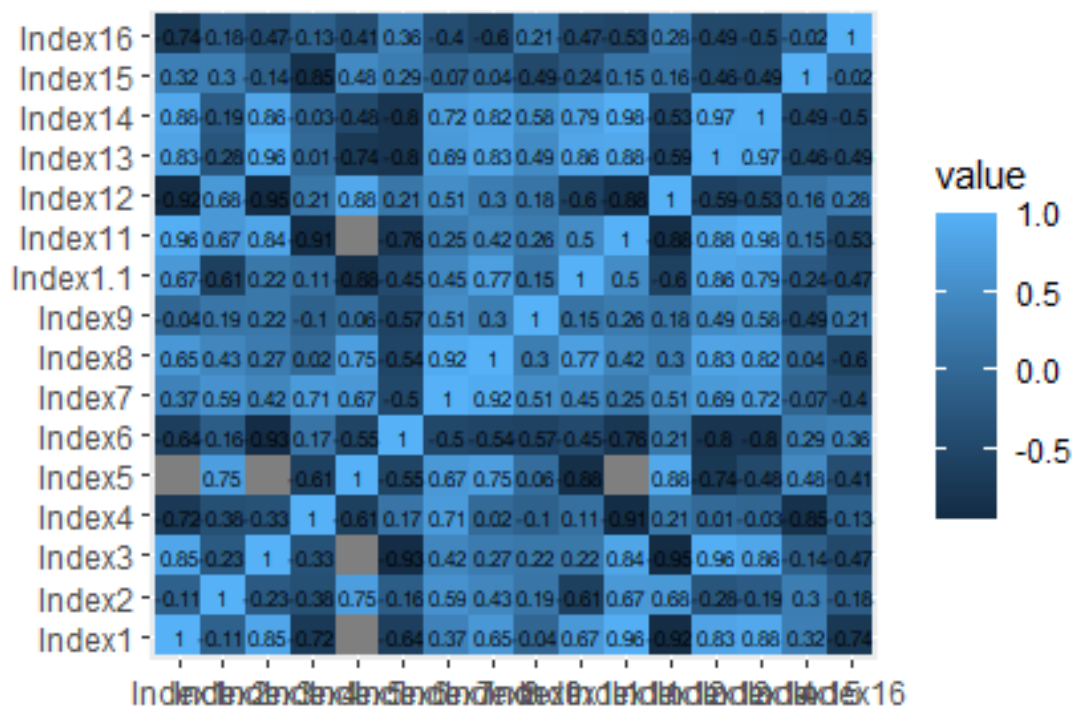


Рисунок 4б. Тепловая карта по рассчитанным коэффициентам корреляции для показателей цифровизации Хабаровского края

Теперь вернемся к Таблице 4, необходимо исключить индексы у которых коэффициент корреляции меньше 0,5 и Index 5 т.к у него нет данных за последние годы. Результат показан в таблице 5а и 5б.

Таблица 5а Коэффициенты корреляции показателей цифровизации к ВРП Камчатского края.

Код показателя	Index1	Index3	Index7	Index8	Index9	Index10	Index11	Index13	Index14	Index15
GRP	0,972	0,92	0,93	0,91	0,87	0,804	0,936	0,857	0,899	0,945

Таблица 5б Коэффициенты корреляции показателей цифровизации к ВРП Хабаровского края.

Код показателя	Index1	Index3	Index7	Index8	Index9	Index10	Index11	Index13	Index14
GRP	0,969	0,88	0,81	0,91	0,98	0,86	0,98	0,98	0,99

Затем преобразовываем таблицы, показанные на рисунках 3а и 3б. В этих таблицах следует исключить значения коэффициентов меньше 0.7, а так же убрать столбцы с Index, которых нет в таблицах 5а и 5б. В таблице 6б был убран столбец Index9, т.к отсутствуют коэффициенты больше 0.7. Итоговое преобразование корреляции показателей цифровизации для регионов, можно увидеть в таблицах 6а и 6б.

Таблица 6а. Корреляция показателей цифровизации для Камчатского края

	Index1	Index3	Index7	Index8	Index9	Index10	Index11	Index13	Index14	Index15
Index1	1	0,86	0,9	0,77	0,92		0,98	0,77	0,75	0,98
Index3	0,86	1	0,96	0,88	0,81		0,82	0,97		0,9
Index7	0,9	0,96	1	0,97	0,96	0,78	0,85	0,81	0,94	0,87
Index8	0,77	0,88	0,97	1	0,89	0,72	0,78	0,9	0,84	0,9
Index9	0,92	0,81	0,96	0,89	1	0,78	0,82		0,94	0,77
Index10			0,78	0,72	0,78	1			0,91	
Index11	0,98	0,82	0,85	0,78	0,82		1	0,76		0,98
Index13	0,77	0,97	0,81	0,9			0,76	1		0,86
Index14	0,75		0,94	0,84	0,94	0,91			1	0,72
Index15	0,98	0,9	0,87	0,9	0,77	0,66	0,98	0,86	0,72	1

Таблица 6б. Корреляция показателей цифровизации для Хабаровского края

	Index1	Index3	Index7	Index8	Index10	Index11	Index13	Index14
Index1	1	0,85				0,96	0,83	0,88
Index3	0,85	1				0,84	0,96	0,86
Index7			1	0,92				
Index8			0,92	1	0,77		0,83	0,82
Index10				0,77	1		0,86	0,79
Index11	0,96	0,84				1	0,88	0,98
Index13	0,83	0,96		0,83	0,86	0,88	1	0,97
Index14	0,88	0,86	0,72	0,82	0,79	0,98	0,97	1

Оценивая результаты двух таблиц 6а и 6б, можно увидеть, что наибольшим коэффициентом показателей является «Население, использовавшее сеть Интернет каждый день или почти каждый день» (Index11), именно данный показатель определяется наилучшим показателем для развития цифровой экономики в Хабаровском и Камчатском краях.

Для проведения регрессионного анализа, построим регрессионную модель показателя Index14 в системе R, учитывая данные за 2011-2017 года, и, на основе построенного графика с помощью библиотеки ggplot2, спрогнозируем значения коэффициентов индексов на 2018 год.

Сперва рассмотрим Хабаровский край, загрузив данные и высчитав необходимые коэффициенты для построения регрессионной модели (рис.5).

```
df=read.csv('khabarovskiy_kray (2).csv')
df_2011_2017 <- df[c(2:8),]
library(ggplot2)

library(reshape2)
fit_index <- lm(Index14 ~ Year, df_2011_2017)
summary(fit_index)

ggplot(df_2011_2017, aes(Year, Index14))+
  geom_point(size = 3)+
  geom_smooth(method = "lm")

new_year <- data.frame(Year = c(2018, 2019))
new_year$Index14 <- predict(fit_index, new_year)

predict(fit_index, new_year)
```

Рисунок 5. Код построения регрессионной модели

В ходе выполнения данного кода можно наблюдать следующие результаты, изображенные на рисунке 6.

```
call:
lm(formula = Index14 ~ Year, data = df_2011_2017)

Residuals:
    2         3         4         5         6         7         8
-1.267857 -0.007143  0.853571  0.714286  2.075000 -2.064286 -0.303571

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -6447.3357   577.3587  -11.17  1e-04 ***
Year          3.2393     0.2867   11.30 9.49e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.517 on 5 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9623,    Adjusted R-squared:  0.9548
F-statistic: 127.7 on 1 and 5 DF,  p-value: 9.489e-05

> ggplot(df_2011_2017, aes(Year, Index14))+
+   geom_point(size = 3)+
+   geom_smooth(method = "lm")
`geom_smooth()` using formula 'y ~ x'
> new_year <- data.frame(Year = c(2018, 2019))
> new_year$Index14 <- predict(fit_index, new_year)
> predict(fit_index, new_year)
      1      2
89.54286 92.78214
```

Рисунок 6. Результат выполнения кода для Хабаровского края

Коэффициент детерминации, который равен 0.9623, указывает на то, что условная дисперсия достаточно высока и построенная модель приближена к реальным данным, а также с большой вероятностью отображает текущее состояние дел. Глядя на полученные коэффициенты можно построить уравнение регрессии которое выглядит следующим образом:

$$\text{Index14} = 3.2393 * \text{Year} - 6447.3357$$

По данному уравнению R строит график с помощью библиотеки ggplot2, где точками указаны реальные значения (рис. 7).

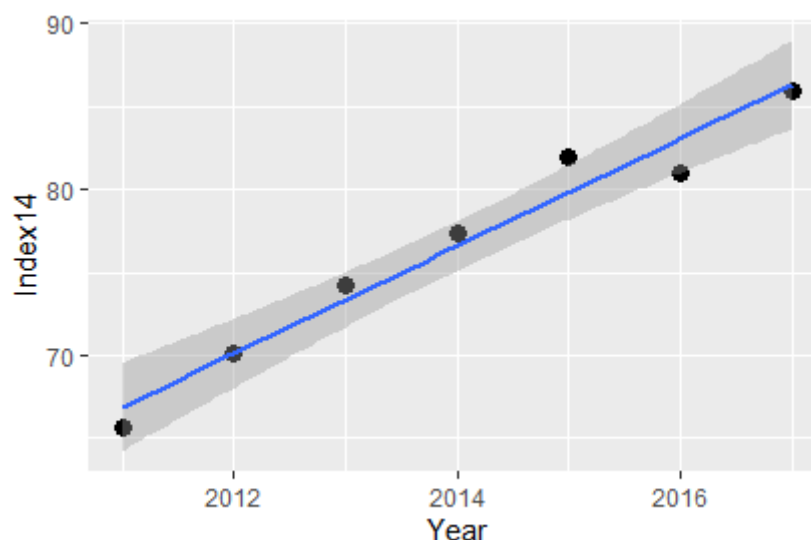


Рисунок 7. График регрессии показателей за 2011-2017г для Хабаровского края

Для 2018 года в Хабаровском крае значение числа активных абонентов мобильного широкополосного доступа к сети Интернет в модели равно 89.54286, которое можно увидеть на рисунке 6, тогда как реальное значение было 91.8. Исходя из этого можно сделать вывод, что реальные данные растут немного быстрее, чем данные полученные через модель, но возможно в следующие года прирост пользователей уменьшится.

Построим аналогичную регрессионную модель показателя Index14 для Камчатского края (рис. 8).

```
call:
lm(formula = Index14 ~ Year, data = df_2011_2017)

Residuals:
    2     3     4     5     6     7     8 
-1.3607 -1.1643  0.4321  1.7286  4.6250 -2.1786 -2.0821

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -8575.3214  1033.3265  -8.299 0.000415 ***
Year          4.3036    0.5131   8.388 0.000395 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.715 on 5 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9336,    Adjusted R-squared:  0.9204 
F-statistic: 70.36 on 1 and 5 DF,  p-value: 0.0003945

> ggplot(df_2011_2017, aes(Year, Index14))+
+   geom_point(size = 3)+
+   geom_smooth(method = "lm")
`geom_smooth()` using formula `y ~ x`
> new_year <- data.frame(Year = c(2018, 2019))
> new_year$Index14 <- predict(fit_index, new_year)
> predict(fit_index, new_year)
      1      2
109.2857 113.5893
```

Рисунок 8. Результат выполнения кода для Камчатского края

Как видно из рисунка 8 модель также довольно точно отображает реальное положение вещей, так как коэффициент детерминации равен

0.9336. Уравнение регрессии для данного региона будет выглядеть следующим образом:

$$\text{Index14} = 4.3036 * \text{Year} - 8575.3214$$

График строится аналогичным способом, опираясь на уравнение выше (рис. 9).

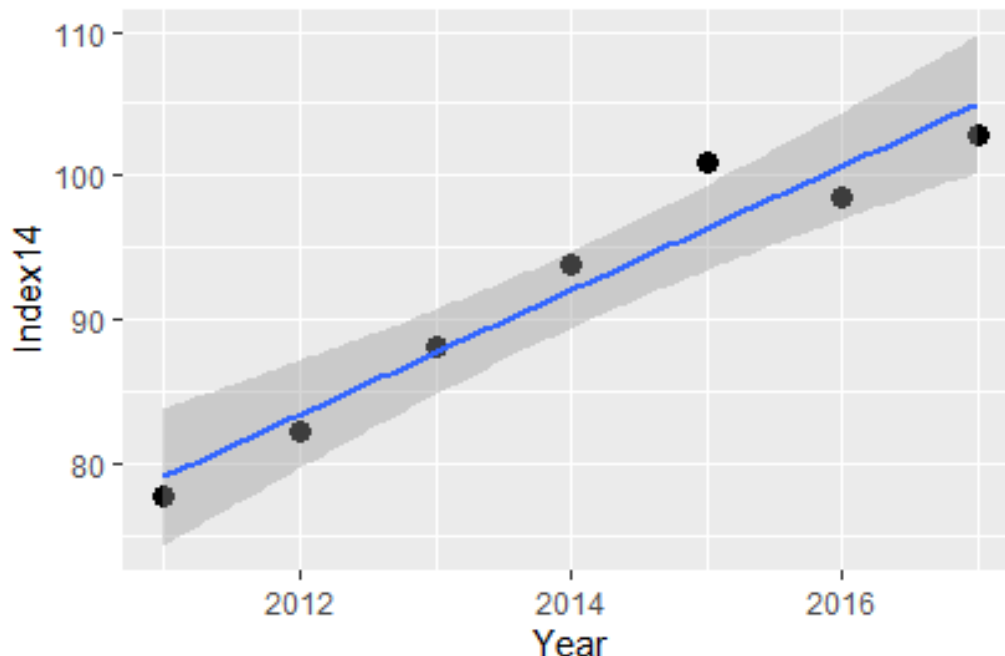


Рисунок 9. График регрессии показателей за 2011-2017г для Камчатского края

Для 2018 года в Камчатском крае значение числа активных абонентов мобильного широкополосного доступа к сети Интернет в модели равно 109.2857, которое можно увидеть на рисунке 8, тогда как реальное значение было 102.5. Построенная модель не идеально предсказывает данные для будущих годов, но допускает незначительные уменьшения численности пользователей, которые с большой вероятностью будут увеличиваться последующие года.

В ходе проведения данного исследования:

1. Сделан анализ индексным методом
2. Проведен анализ корреляционным методом
3. Построены тепловые карты, которые наглядно отображают зависимость между индексами через выделение коррелирующих значений более светлым цветом.
4. Построена регрессионная модель в R, которая может служить для определения значения Index14 в будущем.
5. Спрогнозировано значение числа активных абонентов мобильного широкополосного доступа к сети Интернет в Хабаровском и Камчатском краях для 2018 года и проведено сравнение с реальными данными.

Развитие цифровой экономики для регионов является важным фактором жизнедеятельности. Использование новых технологий будет улучшать экономические показатели, влиять на качество и продолжение жизни, образование, улучшение научно-технического прогресса во всех отраслях.

Библиографический список

1. Дашенко Ю.Ю. Цифровая экономика как экономика будущего //Тенденции развития науки и образования. 2018. №. 35-1. С. 18-19
2. Маринчук А. С., Баженов Р. И. Выявление зависимости количества проданных легковых автомобилей в России от цен на нефть //Постулат. 2018. №. 5.
3. Маракулин М. В. Понятие «Цифровой экономики» в государственной программе «Цифровая экономика Российской Федерации» //Пермский край: новые вызовы, новые время. 2018. С. 339-344.
4. Порядина И. В. Применение корреляционно-регрессивного анализа при оценке финансовых показателей коммерческих банков //Финансы и кредит. 2014. №. 34 (610).
5. Чернова Т. В. Индексный метод анализа сельскохозяйственного анализа //С 83 Стратегия экономического развития России с учетом влияния миро. 2015. С. 128.
6. Черных В. В., Суворова А. П., Баженов Р. И. Цифровая трансформация экономических систем-фактор стратегического развития территорий. //Вестник НГИЭИ. 2019. №. 12 (103).
7. Егошин В. Л. и др. Основы работы в программной среде R при анализе исследовательских данных //Экология человека. 2018. №. 7.
8. Watanabe C. et al. Measuring GDP in the digital economy: Increasing dependence on uncaptured GDP //Technological Forecasting and Social Change. 2018. Т. 137. С. 226-240.
9. Milano Marianna Computing Languages for Bioinformatics: R // Encyclopedia of Bioinformatics and Computational Biology. 2019. С. 199-205.
10. Федеральная служба статистики URL: <https://gks.ru/> (дата обращения: 11.05.2020).
11. Статистические сборники ВШЭ URL: <https://www.hse.ru/primarydata/>. (дата обращения: 11.05.2020).
12. Шорохова, И. С. Статистические методы анализа: учебное пособие. Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. 300 с.
13. Пономарёв И.Ф. Экономический анализ состояния хозяйственной деятельности предприятий. Донецк: Технопарк ДонГТУ "Унитех" , 2016. 366 с.
14. Трофимец Е.Н., Трофимец В.Я., Еременко С.П. Статистический методы обработки и анализа информации в MS Excel. СПб.: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства

Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2017. 192 с.

- 15.Золотарюк А.В. Язык и среда программирования R. М.: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М» , 2019. 162 с.