

УДК 332.1 DOI: 10.14451/1.241.367

# Оценка состояния социальной инфраструктуры сельских территорий: выявление особенностей и значимых показателей

© 2024 **Сутягина Ольга Владимировна**

Старший преподаватель кафедры Математика и вычислительная техника. Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Княгинино.

E-mail: sorokina.olga87@mail.ru

**Ключевые слова:** демографические показатели, значимость, корреляция, мультиколлинеарность, оценка, показатели, сельские территории, социальная инфраструктура.

В статье рассматриваются особенности развития сельских территорий с акцентом на внутрирегиональные социально-экономические различия, которые проявляются в неравномерном развитии социальной инфраструктуры, что, в свою очередь, оказывают значимое влияние на демографические тренды. Для комплексной оценки состояния социальной инфраструктуры в сельских районах была составлена система показателей. Ключевым этапом исследования стало выявление мультиколлинеарности между факторами, способной привести к значительному искажению результатов проведенного анализа. Далее была произведена корректировка факторов, обладающих сильной корреляцией, что позволит в будущем повысить точность регрессионной модели, устанавливающей зависимость между состоянием социальной инфраструктуры сельских территорий и демографическими показателями.

## Введение

Неравномерное развитие социальной инфраструктуры является общей проблемой во многих странах мира, в том числе и в нашей. В городах, как правило, есть доступ ко всем качественным услугам: образовательным, медицинским, коммунальным и т.д. В сельских и удаленных районах эти услуги могут быть ограничены или вообще отсутствовать, что приводит к значительному неравенству в доступе к ним. Причины неравенства могут быть различными, например, низкая плотность населения в сельских райо-

нах делает экономически нецелесообразным строительство и содержание инфраструктуры на данных территориях. Кроме того, в сельских районах может быть меньше политического давления для улучшения инфраструктуры, так как население там, как правило, меньше и менее организовано.

Значительный разрыв в уровне развития социальной инфраструктуры сельских и городских территорий области типичен для большинства регионов нашей страны, в их числе Нижегород-

ская область. Особого внимания заслуживает уровень благоустройства жилищного фонда, где очевидно видна разница. Например, обеспеченность домовладений инженерными сетями (водоотведением (канализацией) и горячим водоснабжением) в сельской местности почти в два раза ниже, чем в городской (рис. 1).

Кроме того, коммунальная инфраструктура находится в удручающем состоянии – изношена, и значимая ее часть нуждается в замене (рис. 2). Большинство сельских населенных пунктов вообще лишены доступа к центральному водоснабжению (51,7%) и водоотведению (92,4%), более 61% поселений не газифицировано.

Уровень цифровизации местной телефонной сети тоже значительно отличается, в сельской местности он составляет 85,9%, а в городской – 96,7%, доступ к сети Интернет в домашних хозяйствах в сельской местности имеют 80,7% населения, а в городской – почти 90% (рис. 3).

Стоит отметить, государство тоже понимает проблему и работает над ее решением, для гарантии того, что каждый человек получит равный доступ к социальным услугам и возможностям для полноценной комфортной жизни. Так, целью проекта стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года стало формирование системы расселения и территориальной организации РФ, совершенствование которой направлено, прежде всего, на сохранение населения, укрепление здоровья и повышения благополучия людей [8]. В частности, для обеспечения данной цели были поставлены следующие задачи: создание условий для улучшения демографических показателей; повышение доступности медицинских, образовательных услуг, организации услуг культуры и спорта; привлечение квалифицированных кадров в организации, расположенные на сельских территориях; повышение уровня благоустройства и состояния коммунальной инфраструктуры сельских территорий посредством создания центров сельской агломерации – опорных населенных пунктов. Однако их создание может произвести обрат-

ный эффект – уменьшение межрегиональной дифференциации способствует значимому увеличению межмуниципального различия в уровне развития социальной инфраструктуры сельских территорий [8]. Для корректировки данного эффекта и в случае необходимости своевременного регулирования необходимо качественно оценить как текущее состояние, так и динамику развития социальной инфраструктуры сельских территорий.

Оценка состояния социальной инфраструктуры сельских территорий является важным инструментом для выявления проблем и направления стратегии развития. Регулярные исследования и обновления данных позволят правительству и местным органам самоуправления принимать обоснованные решения, направленные на улучшение качества жизни населения, что в конечном итоге будет способствовать устойчивому развитию сельских территорий, поддержанию их привлекательности и достижению национальных целей нашей страны по сохранению населения.

Цель данного исследования состоит в разработке системы показателей оценки состояния социальной инфраструктуры сельских территорий, которая в дальнейшем поможет создать регрессионную модель зависимости демографических показателей от состояния социальной инфраструктуры сельских территорий и тем самым будет способствовать принятию обоснованных решений по развитию данных территорий.

#### **Материалы и методы**

Данное исследование будем производить на основании статистической информации базы данных муниципальных образований Нижегородской области, содержащей основные показатели социально-экономического положения данных районов [2]. Ввиду того, что на территории области выделяется 51 муниципальное образование (15 городских и 36 муниципальных округов), причем 50 из них имеют сельские поселения, за исключением ЗАТО Саров, то показатели данного муниципалитета в данной работе учтены не будут.

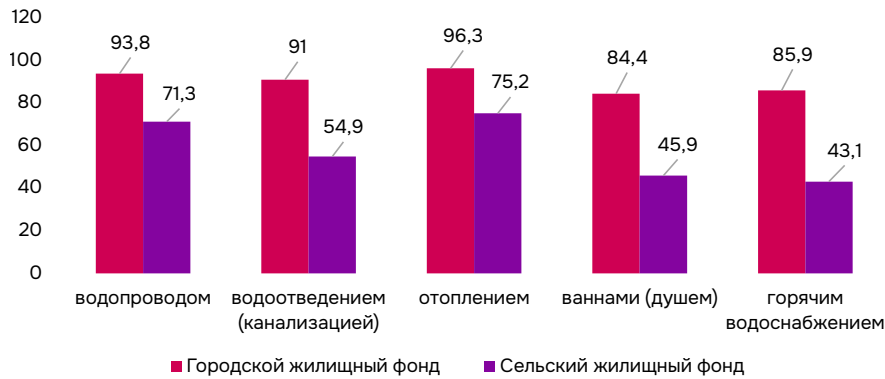


Рис. 1. Благоустройство жилищного фонда Нижегородской области [10].

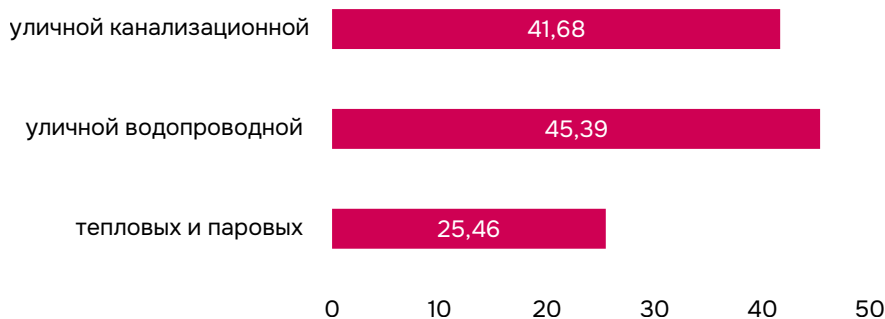


Рис. 2. Удельный вес сетей, нуждающихся в замене, по Нижегородской области [10].

Оценка состояния социальной инфраструктуры может быть проведена с использованием различных показателей, причем важно отметить, что единая система оценки отсутствует. Например, в приказе [1] предлагается использовать следующие факторы: обеспеченность учреждениями детского дошкольного образования; обеспеченность общеобразовательными учреждениями; обеспеченность врачами; обеспеченность больничными койками; мощности амбулаторно-поликлинических учреждений. Однако данная совокупность показателей учитывает не все факторы, оказывающие значимое влияние на демографические показатели территории.

Большинство авторов [3–7; 9] выделяют однотипные ключевые категории показателей и их составляющие, влияющие на уровень развития социальной инфраструктуры сельских территорий. Перечислим эти основные компоненты:

1. Образование (численность педагогических работников в организациях, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования, присмотр и уход за детьми (человек на 10 000 человек населения) ( $X_1$ ); число мест в организациях, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования, присмотр и уход за детьми (мест на 1000 человек населения) ( $X_2$ )).
2. Здравоохранение (численность врачей всех специальностей (без зубных), человек на 10 000 человек населения ( $X_3$ ); число лечебно-профилактических организаций (единиц на 10 000 человек населения) ( $X_4$ )).
3. Жилищные условия (доля общей площади жилых помещений, оборудованная одновременно водопроводом, водоотведением (канализацией), отоплением, горячим водоснабжением, газом или электрическими плитами, в общей численности населения, % ( $X_5$ ); введено в действие жилых домов на территории муниципального образования, квадратный метр общей площади на 100 человек населения ( $X_6$ ); общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя

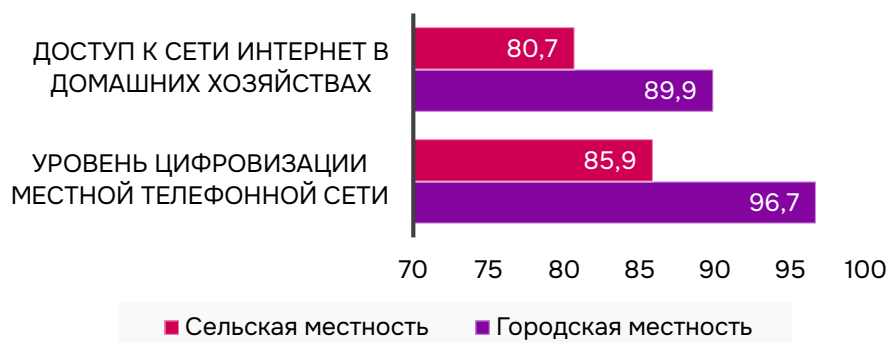


Рис. 3. Уровень оснащения цифровыми услугами домашних хозяйств Нижегородской области [10].

( $X_7$ )).

4. Коммунальная инфраструктура (доля протяженности тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении, нуждающихся в замене, в общей протяженности, % ( $X_8$ ); доля одиночной протяженности уличной водопроводной сети, нуждающейся в замене, в общей одиночной протяженности уличной водопроводной сети, % ( $X_9$ ); доля одиночной протяженности уличной канализационной сети, нуждающейся в замене, в общей одиночной протяженности уличной канализационной сети, % ( $X_{10}$ ); доля населенных пунктов, не имеющих водопроводов, в общей численности населенных пунктов, % ( $X_{11}$ ); доля населенных пунктов, не имеющих канализаций, в общей численности населенных пунктов, % ( $X_{12}$ ); доля негазифицированных населенных пунктов, в общей численности населенных пунктов, % ( $X_{13}$ )).
5. Транспортная инфраструктура (доля протяженности автодорог общего пользования местного значения, не отвечающих нормативным требованиям, в общей протяженности автомобильных дорог общего пользования местного значения, % ( $X_{14}$ ); доля населения, проживающего в населенных пунктах, не имеющих регулярного автобусного (железнодорожного) сообщения с административным центром муниципального, городского округа (муниципального района), в общей численности населения муниципального, городского округа (муниципального района), % ( $X_{15}$ )).
6. Бытовая инфраструктура (число объектов бытового обслуживания населения, оказывающих услуги (единиц на 10 000 человек населения) ( $X_{16}$ )).
7. Культурно-досуговая инфраструктура (численность работников организаций культурно-досугового типа с учетом обособленных подразделений (филиалов) (человек на 1000 человек населения) ( $X_{17}$ )).
8. Спортивная инфраструктура (число спортивных сооружений (единиц на 10 000 человек населения) ( $X_{18}$ )).
9. Благоустройство территории (доля освещенных частей улиц, проездов, набережных и т.п., в общей протяженности улиц, проездов, набережных и т.п., % ( $X_{19}$ )).
10. Экономические показатели (объем инвестиций в основной капитал (за исключением бюджетных средств) в расчете на 1 человека, рубль ( $X_{20}$ )).

Присутствие мультиколлинеарности между показателями может значительно ухудшить точность оценок и привести к искажению результатов анализа состояния социальной инфраструктуры сельских территорий. Это явление требует особого внимания, так как может приводить к принятию неверных решений в контексте развития этих территорий. Выделим основные последствия влияния частичной мультиколлинеарности на оценку социальной инфраструктуры:

1. Искажение коэффициентов регрессии: при наличии мультиколлинеарности коэффициенты регрессионной модели могут быть ненадежными и не интерпретируемыми. Это усложняет возможность точно оценить влияние отдельных факторов на зависимую пере-

менную («состояние социальной инфраструктуры»). Например, если два или более показателя сильно взаимосвязаны, может оказаться, что одно из них «размывает» эффект другого в модели, и в результате оба фактора могут показаться менее значимыми, чем они есть на самом деле.

2. Увеличение стандартных ошибок: мультиколлинеарность приводит к увеличению стандартных ошибок оценок коэффициентов, что затрудняет статистическую значимость результатов. В итоге, факторы, которые действительно влияют на развитие социальной инфраструктуры сельских территорий, могут быть отвергнуты из-за статистической незначимости.
3. Проблемы с интерпретацией: в условиях мультиколлинеарности становится сложно определить, какой из взаимосвязанных факторов на самом деле влияет на целевую переменную. Это может привести к неверным

выводам о приоритетах для политик и инициатив.

Предварительный анализ нашей системы показателей указывает на наличие мультиколлинеарности. Парное сравнение факторов между собой с помощью построения корреляционной матрицы R (табл. 1) наглядно демонстрирует наличие сильной или заметной линейной зависимости между некоторыми показателями: долями одиночной протяженности уличной водопроводной и канализационной сетей, нуждающихся в замене, в общей протяженности данных сетей ( $r_{9,10} = 0,94$ ); численностью педагогических работников и числом мест в организациях, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования ( $r_{1,2} = 0,78$ ); числом лечебно-профилактических организаций и численностью работников организаций культурно-досугового типа ( $r_{4,17} = 0,68$ ) и другими.

**Таблица 1.** Корреляционная матрица (R) парных сравнений показателей состояния социальной инфраструктуры сельских территорий Нижегородской области.

R	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>15</sub>	X <sub>16</sub>	X <sub>17</sub>	X <sub>18</sub>	X <sub>19</sub>	X <sub>20</sub>
X <sub>1</sub>	1	0,78	0,24	-0,44	0,18	0,26	-0,38	-0,04	-0,09	-0,12	0,39	0	0,31	-0,03	-0,12	0,24	-0,25	-0,11	-0,06	0,33
X <sub>2</sub>	0,78	1	0,1	-0,42	0,02	0,19	-0,27	-0,07	-0,02	-0,04	0,31	-0,02	0,32	-0,02	-0,22	0,13	-0,26	0,01	-0,04	0,41
X <sub>3</sub>	0,24	0,1	1	-0,18	-0,15	-0,02	-0,01	-0,14	0,02	-0,21	-0,26	-0,27	-0,31	-0,23	-0,2	-0,14	-0,25	-0,21	-0,12	0,15
X <sub>4</sub>	-0,44	-0,42	-0,18	1	-0,31	-0,27	0,49	-0,18	-0,15	-0,07	-0,02	0,45	0,13	0,17	0,34	-0,21	0,68	0,29	-0,11	-0,28
X <sub>5</sub>	0,18	0,02	-0,15	-0,31	1	0,18	-0,28	0,37	-0,05	0,05	-0,21	-0,12	-0,22	-0,32	-0,21	0,11	-0,2	-0,32	0	0,21
X <sub>6</sub>	0,26	0,19	-0,02	-0,27	0,18	1	0,24	-0,06	-0,02	-0,01	-0,04	-0,3	-0,25	-0,02	0,03	-0,02	-0,3	-0,13	0,02	0,06
X <sub>7</sub>	-0,38	-0,27	-0,01	0,49	-0,28	0,24	1	-0,2	-0,16	-0,11	-0,23	-0,06	-0,28	0,11	0,16	-0,23	0,09	-0,01	-0,05	-0,09
X <sub>8</sub>	-0,04	-0,07	-0,14	-0,18	0,37	-0,06	-0,2	1	0,03	0,07	-0,03	0,01	-0,1	-0,14	0,05	-0,05	-0,1	-0,22	-0,01	-0,12
X <sub>9</sub>	-0,09	-0,02	0,02	-0,15	-0,05	-0,02	-0,16	0,03	1	0,94	-0,03	0,12	-0,03	0,02	-0,17	-0,24	-0,02	-0,19	-0,5	-0,13
X <sub>10</sub>	-0,12	-0,04	-0,21	-0,07	0,05	-0,01	-0,11	0,07	0,94	1	0,05	0,19	0,07	0,12	-0,12	-0,18	0,07	-0,14	-0,45	-0,14
X <sub>11</sub>	0,39	0,31	-0,26	-0,02	-0,21	-0,04	-0,23	-0,03	-0,03	0,05	1	0,24	0,45	0,39	0,09	0,13	0,28	0,19	0,13	-0,07
X <sub>12</sub>	0	-0,02	-0,27	0,45	-0,12	-0,3	-0,06	0,01	0,12	0,19	0,24	1	0,48	0,26	0,26	-0,13	0,55	0,06	-0,16	-0,03
X <sub>13</sub>	0,31	0,32	-0,31	0,13	-0,22	-0,25	-0,28	-0,1	-0,03	0,07	0,45	0,48	1	0,51	0,21	0,22	0,36	0,33	0,04	-0,01
X <sub>14</sub>	-0,03	-0,02	-0,23	0,17	-0,32	-0,02	0,11	-0,14	0,02	0,12	0,39	0,26	0,51	1	0,33	-0,06	0,32	0,29	0,08	-0,15
X <sub>15</sub>	-0,12	-0,22	-0,2	0,34	-0,21	0,03	0,16	0,05	-0,17	-0,12	0,09	0,26	0,21	0,33	1	0,07	0,25	0,13	0,19	-0,12
X <sub>16</sub>	0,24	0,13	-0,14	-0,21	0,11	-0,02	-0,23	-0,05	-0,24	-0,18	0,13	-0,13	0,22	-0,06	0,07	1	-0,11	0,34	0,17	0,14
X <sub>17</sub>	-0,25	-0,26	-0,25	0,68	-0,2	-0,3	0,09	-0,1	-0,02	0,07	0,28	0,55	0,36	0,32	0,25	-0,11	1	0,43	-0,06	-0,2

Продолжение на следующей странице

**Таблица 1.** Корреляционная матрица (R) парных сравнений показателей состояния социальной инфраструктуры сельских территорий Нижегородской области. (Продолжение таблицы)

R	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>15</sub>	X <sub>16</sub>	X <sub>17</sub>	X <sub>18</sub>	X <sub>19</sub>	X <sub>20</sub>
X <sub>18</sub>	-0,11	0,01	-0,21	29	-0,32	-0,13	-0,01	-0,22	-0,19	-0,14	0,19	0,06	0,33	29	0,13	0,34	0,43	1	-0,02	-0,11
X <sub>19</sub>	-0,06	-0,04	-0,12	-0,11	0	0,02	-0,05	-0,01	-0,5	-0,45	0,13	-0,16	0,04	0,08	0,19	0,17	-0,06	-0,02	1	0
X <sub>20</sub>	0,33	0,41	0,15	-0,28	0,21	0,06	-0,09	-0,12	-0,13	-0,14	-0,07	-0,03	-0,01	-0,15	-0,12	0,14	-0,2	-0,11	0	1

Наличие высокого уровня коэффициента корреляции между независимыми переменными может быть индикатором мультиколлинеарности, но сам по себе коэффициент корреляции недостаточен для окончательных выводов, необходима дополнительная диагностика, чтобы обосновать возможность либо исключения переменных из системы показателей, либо создания объединенных или составных переменных, что позволит справиться с мультиколлинеарностью, сохраняя при этом информацию.

С целью исключения или корректировки коррелирующих показателей состояния социальной инфраструктуры территорий, проверим их на мультиколлинеарность с помощью алгоритма Фаррара-Глобера, который состоит из трех этапов:

1. Проведение теста «χ-квадрат» – оценка мультиколлинеарности всей системы показателей.
2. Проведение F-теста – выявления линейной зависимости определенного фактора на систему показателей в целом.
3. Проведение t-теста для нахождения частных коэффициентов корреляции между парами объясняющих показателей.

Для начала проведем статистический тест Пирсона «χ-квадрат» для оценки наличия общей линейной зависимости рассмотренных показателей:

$$\chi_{\text{набл}}^2 = - \left( n - 1 - \frac{(2 \cdot m + 5)}{6} \right) \ln |\det R|. \quad (1)$$

В нашем случае количество наблюдений (n) равно 50, количество факторов (m) – 20, а детерминант корреляционной матрицы =  $3,94 \cdot 10^{-6}$ ,

значение которого также косвенно демонстрирует наличие линейной зависимости между переменными в массиве данных.

В результате вычислений  $\chi_{\text{набл}}^2 = 516,40$ . При уровне значимости 0,05 критическое значение статистики  $\chi_{\text{кр}}^2 = 244,81$  оказалось меньше наблюдаемого, что подтвердило утверждение о наличии мультиколлинеарности в массиве рассматриваемых показателей.

Определим, между какими факторами наблюдается явление мультиколлинеарности, используя статистический F-тест Фишера. Причем, если после проверки факторов выяснится, что некоторые переменные незначимы, или они действительно являются взаимозаменяемыми, можно принимать решение об исключении одной из переменных. Лучше исключать переменные не только по высокому значению F-статистики, но и по контексту анализа. Например, если одна переменная по своему содержанию логически объясняет другую, но имеет более низкое значение F, предпочтение следует отдать более информативной и стабильной переменной.

Для вычисления F-статистики Фишера, первоначально, составим обратную матрицу к корреляционной матрице ( $C = R^{-1}$ ), на основании которой вычисляются наблюдаемые значения F-критерия для каждого показателя по формуле:

$$F_{\text{набл}} = (c_{ii} - 1) \cdot \frac{n - m}{m - 1}, \quad (2)$$

где i – номер наблюдения ( $\overline{1, m}$ ).

Результаты проведенных вычислений представлены в таблице 2.

Сравнивая данные значения с критическим

**Таблица 2.** Наблюдаемые значения F-статистики.

$X_i$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$
$F_{набл}$	9,82	5,34	3,75	6,27	3,24	1,59	3,25	0,75	47,3	-1,7
$X_i$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$	$X_{15}$	$X_{16}$	$X_{17}$	$X_{18}$	$X_{19}$	$X_{20}$
$F_{набл}$	2,43	2,12	3,57	2,09	1,04	1,42	3,83	2,19	1,44	0,87

$F_{кр} = 2,07$  при уровне значимости 0,05 отмечаем присутствие мультиколлинеарности показателей  $X_{1-5}$ ,  $X_7$ ,  $X_9$ ,  $X_{11-14}$  и  $X_{17-18}$  с остальными компонентами массива данных. Причем, чем больше значение F-статистики показателя, тем более желательно данный компонент исключить из массива данных, и в первую очередь это показатель  $X_9$ . Однако сделать это будет некорректно без проверки гипотезы о значимости коэффициентов корреляции между показателями, которая позволит провести детальный анализ взаимозаменяемости факторов и избежать потерь важной информации при построении

модели.

С помощью t-критерия Стьюдента протестируем на мультиколлинеарность каждую пару факторов оценки состояния социальной инфраструктуры, для начала вычислив их частные коэффициенты корреляции:

$$r_{ij} = \frac{-c_{ij}}{\sqrt{c_{ii} - c_{ij}}}, \quad (3)$$

где  $i$  – это номер наблюдения (от 1 до  $m - 1$ );  
 $j$  – номер показателя (от  $i + 1$  до  $m$ ). Результаты представлены в табл. 3.

**Таблица 3.** Частные коэффициенты корреляции каждой пары системы показателей состояния социальной инфраструктуры сельских территорий Нижегородской области.

$r_{ij}$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$	$X_{15}$	$X_{16}$	$X_{17}$	$X_{18}$	$X_{19}$	$X_{20}$
$X_1$		0,66	0,51	0,01	0,35	0,37	-0,21	-0,14	-0,08	0,01	0,49	0,12	0,27	-0,06	0,18	0,24	-0,12	-0,21	-0,32	-0,11
$X_2$	0,66		-0,20	-0,15	-0,29	-0,08	0,14	0,08	-0,07	0,11	-0,12	0,00	0,13	-0,17	-0,21	-0,31	-0,09	0,27	0,13	0,32
$X_3$	0,51	-0,20		0,05	-0,18	-0,29	0,12	0,04	0,50	-0,51	-0,37	-0,23	-0,25	0,20	-0,17	-0,04	0,18	-0,10	0,09	0,11
$X_4$	0,01	-0,15	0,05		-0,07	-0,23	0,44	-0,21	-0,23	0,17	-0,06	0,26	0,08	-0,30	0,25	-0,22	0,43	0,13	-2,00	-0,21
$X_5$	0,35	-0,29	-0,18	-0,07		0,13	-0,31	0,26	-0,40	0,39	-0,41	-0,05	-0,24	-0,06	-0,22	0,02	0,19	-0,21	-0,03	2,00
$X_6$	0,37	-0,08	-0,29	-0,23	0,13		0,43	-0,13	0,13	-0,10	-0,12	-0,12	-0,22	0,06	0,17	-0,14	0,06	0,12	0,08	-0,11
$X_7$	-0,21	0,14	0,12	0,44	-0,31	0,43		-0,03	-0,31	0,27	-0,09	-0,11	-0,22	0,20	-0,05	0,07	-0,11	-0,26	-0,17	0,10
$X_8$	-0,14	0,08	0,04	-0,21	0,26	-0,13	-0,03		-0,12	0,09	0,11	0,08	0,00	-0,12	0,26	-0,11	-0,01	-0,06	-0,16	-0,24
$X_9$	-0,08	-0,07	0,50	-0,23	-0,40	0,13	-0,31	-0,12		0,97	-0,04	0,12	-0,05	-0,26	0,10	-0,18	-0,04	0,00	-0,26	-0,05
$X_{10}$	0,01	0,11	-0,51	0,17	0,39	-0,10	0,27	0,09	0,97		0,06	-0,10	0,06	0,28	-0,10	0,18	0,06	-0,06	0,11	0,01
$X_{11}$	0,49	-0,12	-0,37	-0,06	-0,41	-0,12	-0,09	0,11	-0,04	0,06		-0,06	-2,00	0,24	-0,15	0,02	0,34	-0,08	0,19	-0,05
$X_{12}$	0,12	0,00	-0,23	0,26	-0,05	-0,12	-0,11	0,08	0,12	-0,10	-0,06		0,18	0,07	0,08	-0,04	0,25	-0,26	-0,08	0,16
$X_{13}$	0,27	0,13	-0,25	0,08	-0,24	-0,22	-0,22	0,00	-0,05	0,06	-0,20	0,18		0,43	-0,02	0,18	0,14	-0,01	0,07	-0,05
$X_{14}$	-0,06	-0,17	0,20	-0,30	-0,06	0,06	0,20	-0,12	-0,26	0,28	0,24	0,07	0,43		0,26	-0,31	0,00	0,23	-0,02	-0,04
$X_{15}$	0,18	-0,21	-0,17	0,25	-0,22	0,17	-0,05	0,26	0,10	-0,10	-0,15	0,08	-0,02	0,26		0,15	-0,02	-0,06	0,21	0,12
$X_{16}$	0,24	-0,31	-0,04	-0,22	0,02	-0,14	0,07	-0,11	-0,18	0,18	0,02	-0,04	0,18	-0,31	0,15		-0,15	0,45	0,06	0,09
$X_{17}$	-0,12	-0,09	0,18	0,43	0,19	0,06	-0,11	-0,01	-0,04	0,06	0,34	0,25	0,14	0,00	-0,02	-0,15		0,36	0,06	0,07
$X_{18}$	-0,21	0,27	-0,10	0,13	-0,21	0,12	-0,26	-0,06	0,00	-0,06	-0,08	-0,26	-0,01	0,23	-0,06	0,45	0,36		-0,25	-0,05

Продолжение на следующей странице

**Таблица 3.** Частные коэффициенты корреляции каждой пары системы показателей состояния социальной инфраструктуры сельских территорий Нижегородской области. (Продолжение таблицы)

$r_{ij}$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$	$X_{15}$	$X_{16}$	$X_{17}$	$X_{18}$	$X_{19}$	$X_{20}$
$X_{19}$	-0,32	0,13	0,09	-0,20	-0,03	0,08	-0,17	-0,16	-0,26	0,11	0,19	-0,08	0,07	-0,02	0,21	0,06	0,06	-0,25		-0,09
$X_{20}$	-0,11	0,32	0,11	-0,21	0,20	-0,11	0,10	-0,24	-0,05	0,01	-0,05	0,16	-0,05	-0,04	0,12	0,09	0,07	-0,05	-0,09	

Далее рассчитаем наблюдаемые значения  $t$ -статистики каждой пары показателей массива данных:

$$t_{\text{набл}} = \frac{|P_{ij}| \cdot \sqrt{n - m}}{\sqrt{1 - (P_{ij})^2}}, \quad (4)$$

где  $i$  – это номер наблюдения (от 1 до  $m - 1$ );  $j$  –

номер показателя (от  $i + 1$  до  $m$ ).

Найденные значения, представленные в табл. 4 в виде матрицы для удобства их сопоставления с коэффициентами корреляции Пирсона, сравним с критическим значением  $t$ -критерия Стьюдента  $t_{\text{кр}} = 2,04$  с доверительной вероятностью на уровне 0,95.

**Таблица 4.** Матрица значений  $t$ -статистики критерия Стьюдента показателей состояния социальной инфраструктуры сельских территорий Нижегородской области.

$t_{ij}$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$	$X_{15}$	$X_{16}$	$X_{17}$	$X_{18}$	$X_{19}$	$X_{20}$
$X_1$		4,87	3,26	0,05	2,03	2,21	1,17	0,79	0,44	0,04	3,1	0,67	1,53	0,35	0,99	1,32	0,64	1,15	1,82	0,6
$X_2$	4,87		1,11	0,82	1,64	0,43	0,8	0,44	0,41	0,62	0,65	0,02	0,71	0,92	1,15	1,77	0,52	1,51	0,73	1,86
$X_3$	3,26	1,11		0,28	1,03	1,69	0,66	0,24	3,2	3,28	2,16	1,29	1,42	1,13	0,95	0,2	0,99	0,57	0,52	0,59
$X_4$	0,05	0,82	0,28		0,38	1,32	2,72	1,18	1,28	0,96	0,35	1,5	0,45	1,75	1,39	1,21	2,61	0,72	1,09	1,17
$X_5$	2,03	1,64	1,03	0,38		0,71	1,81	1,48	2,38	2,34	2,46	0,27	1,35	0,32	1,21	0,09	1,09	1,16	0,14	1,13
$X_6$	2,21	0,43	1,69	1,32	0,71		2,59	0,7	0,7	0,54	0,64	0,67	1,22	0,33	0,97	0,8	0,33	0,67	0,44	0,58
$X_7$	1,17	0,8	0,66	2,72	1,81	2,59		0,19	1,77	1,52	0,47	0,59	1,25	1,13	0,28	0,41	0,62	1,45	0,93	0,58
$X_8$	0,79	0,44	0,24	1,18	1,48	0,7	0,19		0,64	0,48	0,61	0,43	0,03	0,66	1,46	0,59	0,06	0,34	0,88	1,36
$X_9$	0,44	0,41	3,2	1,28	2,38	0,7	1,77	0,64		20,7	0,24	0,69	0,3	1,46	0,54	1	0,2	0,03	1,45	0,29
$X_{10}$	0,04	0,62	3,28	0,96	2,34	0,54	1,52	0,48	20,7		0,35	0,55	0,35	1,57	0,56	0,99	0,35	0,35	0,62	0,05
$X_{11}$	3,1	0,65	2,16	0,35	2,46	0,64	0,47	0,61	0,24	0,35		0,34	1,1	1,36	0,85	0,11	1,95	0,42	1,05	0,29
$X_{12}$	0,67	0,02	1,29	1,5	0,27	0,67	0,59	0,43	0,69	0,55	0,34		0,99	0,39	0,45	0,21	1,44	1,48	0,45	0,88
$X_{13}$	1,53	0,71	1,42	0,45	1,35	1,22	1,25	0,03	0,3	0,35	1,1	0,99		2,63	0,1	1,03	0,77	0,06	0,41	0,25
$X_{14}$	0,35	0,92	1,13	1,75	0,32	0,33	1,13	0,66	1,46	1,57	1,36	0,39	2,63		1,45	1,79	0,02	1,29	0,12	0,21
$X_{15}$	0,99	1,15	0,95	1,39	1,21	0,97	0,28	1,46	0,54	0,56	0,85	0,45	0,1	1,45		0,84	0,1	0,34	1,19	0,68
$X_{16}$	1,32	1,77	0,2	1,21	0,09	0,8	0,41	0,59	1	0,99	0,11	0,21	1,03	1,79	0,84		0,86	2,77	0,33	0,48
$X_{17}$	0,64	0,52	0,99	2,61	1,09	0,33	0,62	0,06	0,2	0,35	1,95	1,44	0,77	0,02	0,1	0,86		2,12	0,33	0,39
$X_{18}$	1,15	1,51	0,57	0,72	1,16	0,67	1,45	0,34	0,03	0,35	0,42	1,48	0,06	1,29	0,34	2,77	2,12		1,4	0,3
$X_{19}$	1,82	0,73	0,52	1,09	0,14	0,44	0,93	0,88	1,45	0,62	1,05	0,45	0,41	0,12	1,19	0,33	0,33	1,4		0,5
$X_{20}$	0,6	1,86	0,59	1,17	1,13	0,58	0,58	1,36	0,29	0,05	0,29	0,88	0,25	0,21	0,68	0,48	0,39	0,3	0,5	

### Результаты и обсуждение

Анализируя полученные результаты, можно отметить, действительно, показатель  $X_9$  (доля оди-

ночной протяженности уличной водопроводной сети, нуждающейся в замене, в общей одиночной протяженности уличной водопроводной се-



ти), имеющий самую высокую степень предпочтительности исключения из системы показателей ( $F_{\text{набл}} = 47,3$ ), обладает сильной линейной зависимостью с другим фактором  $X_{10}$  (доля одиночной протяженности уличной канализационной сети, нуждающейся в замене, в общей одиночной протяженности уличной канализационной сети) со значимым коэффициентом корреляции ( $r = 0,94$ ). Ввиду того, что оба показателя ( $X_9$  и  $X_{10}$ ) являются показателями оценки состояния коммунальной инфраструктуры, рационально рассмотреть данную категорию показателей индивидуально и оценить их на взаимозаменяемость.

В массиве данных факторов коммунальной инфраструктуры также наблюдается мультиколлинеарность,  $\chi^2_{\text{набл}} = 133,35$  больше  $\chi^2_{\text{кр}} = 25,00$ , что вполне ожидаемо. Значения F-статистики представлены в таблице 5, три из которых имеют величины, превосходящие табличное  $F_{\text{кр}} = 4,46$ .

Расчетные значения t-теста, подтверждают значимость коэффициентов корреляции. Причем факторы  $X_9$  и  $X_{10}$  внутри категории значимо коррелируют лишь между собой (табл. 6), но ввиду того, что каждый из данных показателей играет важную роль в оценке состояния коммунальной инфраструктуры, то считаем целесообразным решение не об исключении фактора  $X_9$  из системы показателей оценки, а представление его в виде одной переменной с фактором  $X_{10}$  (среднее арифметическое значение показателей).

Помимо данных двух показателей в категорию коммунальная инфраструктура вошли факторы  $X_{11}$ ,  $X_{12}$  и  $X_{13}$ . Причем последний из них имеет значение F-статистики больше табличного и коррелирует одновременно с факторами  $X_{11}$  и  $X_{12}$ , следовательно, также принимаем решение о включении в систему показателей оценки состояния социальной инфраструктуры сельских территорий переменной, равной линейной комбинации этих трех переменных – долей населенных пунктов негазифицированных и не имеющих водопроводов и канализаций, в общей численности населенных пунктов.

Обратимся снова к результатам вычисления F-статистики (табл. 2), высокую степень предпочтения к исключению из системы показателей оценки состояния социальной инфраструктуры также имеет фактор  $X_1$  – численность педагогических работников в организациях, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования, присмотр и уход за детьми ( $F = 9,82$ ). Рассмотрим подробнее зависимость данной переменной от других показателей.

В нашем случае наибольший и значимый коэффициент корреляции переменная  $X_1$  имеет с фактором  $X_2$  – числом мест в организациях, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования, присмотр и уход. Действительно, увеличение количества мест должно приводить к пропорциональному увеличению числа педагогических работников. Однако реальность часто оказывается более сложной, и данную проблему нужно анализировать с разных сторон. Особенно это актуально для сельских территорий. Так, изменение демографических показателей (например, снижение рождаемости) может привести к сокращению количества детей дошкольного возраста, а также постепенно увеличит число вакантных мест без необходимости увеличения педагогических кадров. В то же время на других территориях, особенно в удаленных или малонаселенных районах, могут наблюдаться значительные проблемы с привлечением педагогов именно из-за фактора отдаленности. Поэтому несмотря на сильную корреляционную зависимость между переменными и наличием высокой степени преимущества в первоочередности исключения фактора  $X_1$  из системы показателей, мы считаем эту идею нецелесообразной, количество детей и педагогических кадров не всегда пропорционально взаимосвязаны, требуется учитывать не только количественные, но и качественные аспекты. Также из результатов проведенного статистического анализа численность педагогических работников дошкольных учреждений имеет умеренную взаимную корреляцию со мно-

**Таблица 5.** Наблюдаемые значения F-статистики показателей коммунальной инфраструктуры.

$X_i$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$
$F_{набл}$	0,376125	83,0369	84,61028	2,440181	2,99855	5,38842

**Таблица 6.** Матрица значений t-статистики критерия Стьюдента показателей коммунальной инфраструктуры.

$t_{ij}$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$
$X_8$		1,015	1,114	0,029	0,303	0,898
$X_9$	1,015		20,1	0,76	0,274	1,244
$X_{10}$	1,114	20,1		0,755	0,621	1,135
$X_{11}$	0,029	0,76	0,755		0,112	2,628
$X_{12}$	0,303	0,274	0,621	0,112		2,991
$X_{13}$	0,898	1,244	1,135	2,628	2,991	

гими факторами рассмотренной системы показателей состояния социальной инфраструктуры сельских территорий, тем не менее значимыми из них, помимо  $X_2$ , являются лишь три компоненты: численность врачей ( $X_3$ ) и количество квадратных метров введенных в действие жилых домов ( $X_6$ ) в расчете на единицу численности населения, а также доля населенных пунктов, не имеющих водопроводов, в общей численности населенных пунктов ( $X_{11}$ ). Данный факт вполне очевиден, педагогические работники – важная составляющая социальной инфраструктуры, которая естественно, зависит от качества доступной медицинской помощи, жилищных условий и надежных источников водоснабжения. А создание безопасной, комфортной и здоровой среды жизни ведет к повышению профессиональной мотивации и эффективности работы педагогов, что, в свою очередь, положительно сказывается не только на образовательных процессах, но и на развитии сельской территории в целом.

Осталось рассмотреть еще одну группу признаков, проверив их на мультиколлинеарность, – это показатели бытовой, культурно-досуговой и спортивной инфраструктуры: число объектов бытового обслуживания населения, оказывающих услуги ( $X_{16}$ ), численность работников организаций культурно-досугового типа ( $X_{17}$ ) и число спортивных сооружений ( $X_{18}$ ). Выполним проверку на мультиколлинеарность в индивидуальном порядке, внутри группы данных

показателей, в массиве данных которой также наблюдается общая мультиколлинеарность, так как вычисленное значение  $\chi^2_{набл} = 19,78$  больше  $\chi^2_{кр} = 7,81$ . Однако для каждого показателя значения F-статистики, представленные в таблице 7, имеют величины меньше критического ( $F_{кр} = 19,47$ ), показывая, что ни один из факторов ни мультиколлинеарен с другими, а это значит, что не следует данные переменные исключать из системы показателей оценки состояния социальной инфраструктуры сельских территорий.

### Выводы

Понимание и корректное управление мультиколлинеарностью является необходимым шагом для обеспечения точности и надежности анализа показателей состояния социальной инфраструктуры сельских территорий. Принятие обоснованных решений базируется не только на понимании взаимосвязей между показателями, но и на их точной оценке. Устранение этих препятствий позволит сфокусироваться на реальных проблемах и разработать эффективные стратегии для развития сельских районов, что в конечном итоге повысит их привлекательность для молодежи и квалифицированных кадров и позволит улучшить демографические показатели на данных территориях в целом.

Дальнейшее более углубленное исследование будет направлено на создание регрессионной модели зависимости демографических показа-

**Таблица 7.** Наблюдаемые значения F-статистики показателей бытовой, культурно-досуговой и спортивной инфраструктуры.

$X_i$	$X_{16}$	$X_{17}$	$X_{18}$
$F_{\text{набл}}$	5,616106	8,208822	11,80925

телей от уровня развития социальной инфраструктуры сельских территорий на основе представленной системы показателей оценки ее состояния, что является актуальной задачей и мо-

жет сильно повлиять на понимание динамики этих социально-экономических процессов на данных территориях.

### Библиографический список

- 09.9.2013 № 371 «Об утверждении методики оценки качества городской среды проживания» П. М. Р. от. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_152268](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_152268).
- База данных показателей муниципальных образований / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Нижегородской области. – URL: <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/munst22/DBInet.cgi>.
- Большакова Ю. А. Факторы и показатели устойчивого развития социальной инфраструктуры сельских территорий // Вестник НГИЭИ. – 2015. – 11(54). – С. 15–21.
- Григорьев К. Н. Критерии оценки социальной инфраструктуры территории // Актуальные проблемы развития экономики и управления : сборник статей, очерков и мемуаров. – Хабаровск : Тихоокеанский государственный университет, 2016. – С. 72–74.
- Калашников К. Н., Белехова Г. В., Антонова М. А. Социальная инфраструктура сельских территорий: возможности интегральной оценки // Регион: экономика и социология. – 2013. – 2 (78). – С. 309–323.
- Комарова Е. В., Акифьева Л. В. Факторы и показатели, оказывающие влияние на развитие социальной инфраструктуры сельских территорий // Вестник НГИЭИ. – 2022. – 7(134). – С. 114–126.
- Мансуров П. М. Система оценочных показателей развития сельской социальной инфраструктуры // Экономический анализ: теория и практика. – 2012. – 6 (261). – С. 53–57.
- Материалы парламентских слушаний «Об основных положениях проектируемой стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года». – URL: <http://council.gov.ru/media/files/cvSAdA1kZhZ3v4kYyIsicJcblrwAH3nj.pdf>.
- Проваленова Н. В. Методика оценки уровня развития социальной инфраструктуры сельских территорий на основе расчета коэффициента жилищно-коммунальной обустроенности // Вестник НГИЭИ. – 2019. – 12(103).
- Статистический ежегодник «Нижегородская область» / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Нижегородской области. – URL: [https://52.rosstat.gov.ru/publication\\_collection/document/41619](https://52.rosstat.gov.ru/publication_collection/document/41619).