

Оценка влияния уровня государственного долга субъектов РФ на темпы регионального экономического роста

Матевосова Анастасия Михайловна

Аннотация

В данной статье производится моделирование влияния уровня государственного долга субъектов РФ на темпы регионального экономического роста с целью определения оптимального уровня для повышения эффективности региональной бюджетной политики. С помощью моделей на панельных данных по всем субъектам РФ было выявлено наличие отрицательного влияния уровня государственного долга на темпы регионального экономического роста. Для учёта гетерогенности в процессе моделирования в работе была произведена кластеризация регионов по уровню социально-экономического развития с помощью метода k-средних. Результаты кластеризации были использованы для выявления различий в степени влияния уровня государственного долга субъекта на региональный экономический рост.

JEL: H63, C38, C33, O47

Введение

В настоящее время особую актуальность приобрела проблема финансирования бюджетного дефицита. Реализация нацпроектов, обеспечение госбезопасности, развитие новых регионов, военные расходы, социальные обязательства, а также необходимость модернизации отраслей российской экономики в условиях новых реалий требуют больших объёмов государственных расходов. Для повышения степени сбалансированности государственного бюджета разрабатываются меры по оптимизации и приоритизации направлений государственных расходов. Однако возможности сокращения незащищённых статей бюджета ограничены, а слишком сильное секвестирование бюджетных расходов, может отрицательно повлиять на процессы восстановления и структурной трансформации российской экономики, замедлив экономический рост. К аналогичным последствиям может привести и значительное усиление налоговой нагрузки для увеличения доходной части бюджета. Осуществление эмиссии для покрытия бюджетного дефицита на фоне ослабления курса рубля и усиления проинфляционных рисков может ещё сильнее разогнать инфляцию. Ещё одной мерой для покрытия дефицита бюджета является использование средств ФНБ, однако она носит ограниченный характер вследствие необходимости поддержания долгосрочной макроэкономической устойчивости российской экономики. Поэтому альтернативной и неизбежной мерой для покрытия бюджетного дефицита является наращивание государственного долга. Этот способ также имеет свои ограничения, поэтому определение оптимального уровня государственного долга является актуальным для повышения эффективности управления бюджетом в том числе на региональном уровне.

Целью данного исследования является оценка влияния уровня государственного долга субъекта на темпы регионального экономического роста в разрезе уровня социально-экономического развития регионов. Для достижения сформулированной цели в работе поставлены и решены следующие задачи:

1. Проанализирована существующая экономическая литература по проблеме влияния государственного долга на экономический рост.
2. С помощью моделей на панельных данных по всем субъектам РФ оценено влияние государственного долга субъекта на темпы регионального экономического роста.

3. Осуществлена проверка квадратичной зависимости темпов регионального экономического роста от уровня государственного долга для выявления порогового уровня государственного долга субъекта.
4. Произведена кластеризация регионов РФ по уровню их социально-экономического развития с помощью метода K-средних.
5. Построены модели с фиктивными переменными, а также произведена оценка моделей на кластерах для борьбы с гетерогенностью и выявления различий в степени влияния уровня государственного долга на экономический рост.

Обзор литературы

Проблема оценки влияния уровня государственного долга на экономический рост широко обсуждается в экономической литературе, так как её решение позволит выбрать оптимальный уровень государственного долга и повысить эффективность бюджетной политики страны. Часть исследований отмечают наличие отрицательной связи, другие – положительной, также существуют исследования, которые подчёркивают нелинейный характер взаимосвязи. Некоторые же исследования вообще говорят об отсутствии причинно-следственного воздействия государственного долга на экономический рост [Panizza et al, 2014], либо подтверждают наличие двунаправленной связи [Gómez-Puig et al 2015]. Отсутствие научного консенсуса по данному вопросу объясняется тем, что государственный долг связан с экономическим ростом посредством различных механизмов и каналов, в силу чего его влияние на экономический рост имеет неоднозначный характер и зачастую зависит от специфики рассматриваемых в исследовании объектов. С одной стороны, наращивание государственного долга помогает финансировать государственные расходы, которые в краткосрочной перспективе оказывают стимулирующее и стабилизирующее воздействие на экономику. В периоды кризисов и структурной трансформации экономики увеличение государственных расходов за счёт наращивания государственного долга становится неизбежным и необходимо для обеспечения и поддержания не только краткосрочной стабильности, но и долгосрочного экономического роста. Однако в результате наращивания заимствований со стороны государства усиливается эффект вытеснения частных инвестиций государственными, который негативно влияет на экономический рост. Большие размеры государственного долга сопряжены с рисками дефолта и финансовой нестабильностью, что также отрицательно влияет на экономический рост. Наращивание государственного долга ведёт к росту расходов на его обслуживание и в долгосрочной перспективе снижает эффективную часть государственных расходов. Тем самым, большой размер государственного долга может стать критичным для экономической и финансовой стабильности страны, перспектив и темпов роста её экономики. Поэтому во многих исследованиях предполагается, что отрицательный эффект влияния государственного долга на экономический рост проявляется после достижения некоторого порога. Определение данного порога является актуальной проблемой, так как полученные в исследованиях оценки значительно разнятся, что связано с неоднородностью исследуемых объектов, сложностью учёта других факторов и проблемой эндогенности. Распространёнными методами для выявления порогового уровня государственного долга является включение в уравнение регрессии квадрата государственного долга [Afonso, 2014] или проведение процедуры Хансена для пороговых моделей [Balázs Égert, 2015].

Методологической базой для большинства эконометрических исследований служат подходы на временных рядах или панельных данных. Первые применяются преимущественно при оценке влияния государственного долга на экономический рост для конкретной страны в целом. Например, с помощью авторегрессионной модели с распределённым лагом (ARDL) было выявлено, что государственный долг оказывает положительное влияние на экономический рост Малайзии [Burhanudin et al, 2017]. Большинство же исследований используют модели на

панельных данных, позволяющие преодолеть некоторые аспекты проблемы эндогенности, и носят межстрановой характер. Поэтому полученные в них оценки относятся к группам стран и не учитывают особенности конкретного государства. Тем самым выводы по стране формируются на основе отнесения её к какой-то группе в зависимости от используемой в работе классификации стран. В исследовании ЕФСР [Винокуров et al, 2020] критерием для классификации служит качество институтов, поэтому оценки для России получаются на основе отнесения её к конкретной группе стран по этому признаку и не являются в достаточной мере индивидуальными. Зачастую в исследованиях на панельных данных осуществляется получение оценок для развитых и развивающихся стран в отдельности. В экономической литературе по данной теме распространены исследования на панельных данных для групп стран Европы [Afonso et al, 2014] и ОЭСР. Однако недостатком подхода, основанного на панельных данных, является гетерогенность исследуемых объектов. Выявлено, что влияние государственного долга на экономический рост и пороговый уровень государственного долга носят индивидуальный характер для различных стран [Rito Ribeiro et al, 2012].

Выделяется некоторый класс исследований, в которых моделирование влияния государственного долга на экономический рост базируется на региональных панельных данных, а не на межстрановых. В исследовании [Yang et al, 2022] были применены модели на панельных данных для выявления влияния государственного долга провинций КНР на их экономический рост и экономические колебания с учётом региональной неоднородности. В результате была выявлена нелинейная квадратичная зависимость между экономическим ростом и государственным долгом провинции. Однако было показано, что колебания государственного долга провинций усиливают экономическую нестабильность. Зависимость между региональным долгом и экономическим ростом также моделировалась и на данных по федеральным землям Германии, в результате чего был выявлен отрицательный характер зависимости [Mitze, Matz, 2015].

Среди российских авторов есть небольшое количество работ по исследованию влияния государственного долга субъектов на их ВРП. В исследовании [Наумов, Никулина, 2021] были построены панельные модели для выявления влияния объёма государственного долга субъектов на ВРП в рамках групп, выделенных на основе направлений динамики государственного долга субъектов. Кроме того, в исследовании было произведено сценарное прогнозирование динамики государственного долга с помощью ARIMA модели. В результате было выявлено, что для Москвы и Московской области государственный долг отрицательно влияет на динамику их ВРП, в то время как для других двух групп было продемонстрировано наличие положительного влияния. Однако в рассматриваемом исследовании используются абсолютные объёмы государственного долга субъектов, а группировка регионов произведена по направлению их динамики. Это является одним из недостатков описанного исследования, так как субъекты РФ сильно отличаются по объёмам региональных экономик, что ведёт к соответствующим различиям в абсолютных объёмах государственного долга субъекта и не учтено в рамках группировки. Поэтому корректнее было бы рассматривать показатель уровня государственного долга, измеряющий отношение государственного долга субъекта к его ВРП, вместо абсолютного размера государственного долга.

Данные и методология

В данном исследовании рассматривается влияние относительного уровня государственного долга субъекта на темпы регионального экономического роста. Применяемые методы на панельных данных, помогающие преодолеть некоторые аспекты проблемы эндогенности, позволяют получить на российских данных индивидуальные оценки влияния уровня государственного долга субъектов на экономический рост. Несмотря на обширный корпус исследований в сфере выявления взаимосвязи государственного долга и экономического роста,

большинство из них являются зарубежными и носят межстрановой характер. Поэтому полученные во многих исследованиях оценки относятся к группам стран и не учитывают особенности конкретной страны. Однако в силу федеративной структуры России становится возможным проведение исследования на панельных данных для определения оптимального уровня государственного долга субъектов РФ. В данном исследовании используются панельные данные по 85 субъектам РФ за период с 2011 по 2021 год с ежегодной частотой. Источниками используемых в работе данных являются открытые базы Минфина, Росстата и ЕМИСС.

Исследование можно условно разделить на три этапа. На первом этапе моделирование влияния уровня государственного долга на темпы регионального экономического роста осуществляется при помощи эконометрических моделей на панельных данных по всем субъектам РФ. При помощи построенных панельных моделей: FE, RE и регрессии пула, - тестируются линейная и квадратичная форма зависимости темпов регионального экономического роста от уровня государственного долга субъекта. На втором этапе с помощью метода k-средних производится кластеризация субъектов РФ по уровню социально-экономического развития, для чего используются наборы основных социально-экономических и демографических показателей, а также показателей, характеризующих темпы экономического развития. В начале третьего этапа в двунаправленную модель с фиксированными эффектами добавляется фиктивная переменная наклона, означающая принадлежность к кластеру и относящаяся к переменной уровня государственного долга. Затем в целях учёта гетерогенности и подтверждения выявленных предыдущей моделью различий в степени влияния уровня государственного долга на региональный экономический рост, были оценены двунаправленные модели с фиксированными эффектами на кластерах в отдельности.

Моделирование влияния уровня государственного долга на темпы регионального экономического роста.

В первой части исследования для эконометрического моделирования используется весь набор панельных данных по 85 субъектам РФ за период с 2011 по 2021 год с ежегодной частотой.

Тестируемые спецификации имеет следующий вид:

$$(c1) \ln y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 dept_{i,t} + \sum \beta_j control_{i,t}^{(j)} + time_t + \varepsilon_{i,t}$$

$$(c2) \ln y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 dept_{i,t} + \sum \beta_j control_{i,t}^{(j)} + \mu_i + time_t + \varepsilon_{i,t}$$

$$(c3) \ln y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 dept_{i,t} + \sum \beta_j control_{i,t}^{(j)} + \mu_i + \varepsilon_{i,t}$$

$$(c4) \ln y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 dept_{i,t} + \beta_2 dept_{i,t}^2 + \sum \beta_j control_{i,t}^{(j)} + \mu_i + time_t + \varepsilon_{i,t}$$

В качестве зависимой переменной выбран тренд логарифма реального ВРП ($\ln y$). Взятие трендовой компоненты произведено с помощью фильтра Ходрика-Прескотта для годовой частоты ($\lambda = 100$). Данная процедура необходима для исключения колебаний ВРП с целью выделения потенциального реального ВРП для выявления темпов регионального экономического роста.

$dept$ - уровень государственного долга субъекта на начало года, рассчитанный как отношение размера государственного долга субъекта РФ на начало года к его ВРП за предыдущий год. Так как целью исследования является изучение влияния уровня государственного долга на экономический рост, то предполагается, что уровень государственного долга субъекта на начало года влияет на его потенциальный ВРП, который сложится в рассматриваемом году. Это в свою очередь помогает смягчить проблему эндогенности, связанную с возможной двусторонней причинно-следственной связью между уровнем государственного долга и экономическим ростом.

Также в качестве регрессора в одну из спецификаций включён квадрат уровня государственного долга субъекта ($dept^2$) для проверки возможной нелинейности в характере влияния государственного долга субъекта на его экономический рост. Квадратичная форма зависимости регионального экономического роста от уровня государственного долга субъекта служит для проверки гипотезы о наличии некоторого порогового уровня государственного долга субъекта. Абсцисса вершины параболы рассчитывается по формуле $dept^* = -\frac{\beta_1}{2\beta_2}$. Если $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$, то зависимость имеет форму параболы ветвями вниз с положительной абсциссой вершины параболы. В таком случае абсциссу вершины параболы ($dept^*$) можно считать пороговым уровнем долга субъекта РФ, после достижения которого положительное влияние уровня государственного долга субъекта на темпы регионального экономического роста сменяется отрицательным. В качестве контрольных переменных используются данные Росстата и ЕМИСС об инфляции ($infl$) (%), доли инвестиций в ВРП региона ($investP$) (%), коэффициенте обновления фондов (FR) и приросте производительности труда (LPI) (%) по регионам. Также в качестве контрольной переменной включён логарифм численности рабочей силы (lnL) в субъектах.

μ_i – индивидуальные эффекты субъектов РФ. Включение в модели этой ненаблюдаемой переменной, характеризующей особенности субъектов, необходимо для учёта региональной неоднородности, что может помочь устранить один из аспектов проблемы эндогенности.

$time_t$ – фиктивные переменные времени. Добавление в модели фиктивных переменных времени поможет учесть общие для всей России факторы, влияющие на темпы регионального экономического роста.

Данные спецификации тестировались с помощью следующих 3 подходов на панельных данных:

1. Регрессия пула (pooled regression), не учитывающая индивидуальные эффекты субъектов;
2. Модель с фиксированными эффектами (FE), оценённая с помощью внутригруппового преобразования;
3. Модель со случайными эффектами (RE), оценённая с помощью доступного ОМНК.

Результаты оценок моделей приведены в таблице 1:

Модели (1)–(3) – модели с фиксированными эффектами для спецификаций (с2), (с3), (с4) соответственно.

Модели (4), (5) – модели со случайными эффектами для спецификаций (с2) и (с3) соответственно.

Модель (6) – регрессия пула для спецификации (с1).

Как видно из результатов оценивания моделей (табл. 1), в моделях (1)–(4) коэффициент при регрессоре $dept$ значим и отрицателен. В моделях (5) и (6) переменная уровня государственного долга незначима. Для выбора между моделями будем использовать спецификационные тесты. Оценка коэффициентов для регрессии пула сильно отличаются от соответствующих оценок для FE и RE моделей. Это связано с региональной неоднородностью, которая приводит к возникновению эндогенности и несостоятельности оценок в регрессии пула. Робастный тест на различие констант в группах также подтверждает это, так как отвергает нулевую гипотезу о том, что они имеют общую константу. Значит стоит включать в модель фиксированные эффекты регионов, то есть при выборе между регрессией пула и соответствующей моделью с фиксированными эффектами нужно ориентироваться на результаты FE-модели. Для сравнения модели с фиксированными эффектами и модели со случайными эффектами используется тест Хаусмана. Нулевая гипотеза этого теста состоит в том, что оценки модели со случайными эффектами, полученные с помощью доступного ОМНК, являются состоятельными. Для обеих RE-моделей (4) и (5) нулевая гипотеза отвергается, что говорит о несостоятельности ОМНК-оценок. Поэтому по результатам соответствующих тестов Хаусмана между моделями (1) и (4) стоит сделать выбор в пользу FE-модели (1), а среди моделей (2) и (5) стоит ориентироваться на результаты оценивания FE-модели (2). В тестах Бреуша-Пагана для моделей (4) и (5) нулевая гипотеза о том, что дисперсия случайных эффектов равна нулю ($\sigma_\mu^2 = 0$), также отвергается. Поэтому при выборе между регрессией пула и RE моделью, лучше ориентироваться на результаты RE-модели. Тест Вальда на значимость временных эффектов для

моделей (1), (3), (4), (6) отвергает нулевую гипотезу об их незначимости, поэтому в модели стоит включать временные эффекты.

Таблица 1 Результаты моделирования влияния уровня государственного долга на темпы регионального экономического роста.

Зависимая переменная: $\ln y$						
$n=921$	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Внутригрупповая			GLS		Объединенный (pooled) МНК
<i>const</i>	10,87*** (0,60)	13,81*** (0,86)	10,97*** (0,58)	9,76*** (0,60)	12,80*** (0,78)	8,73*** (1,82)
<i>dept</i>	-0,48** (0,21)	-0,33* (0,19)	-1,04*** (0,36)	-0,43** (0,20)	-0,30 (0,19)	3,11 (4,64)
<i>infl</i>	0,001 (0,001)	-0,0023*** (0,0004)	0,0018 (0,0012)	0,001 (0,001)	-0,0026*** (0,0004)	-0,27*** (0,09)
<i>investP</i>	-0,0001 (0,0005)	-0,0019** (0,0008)	-0,0001 (0,0005)	-0,0002 (0,0005)	-0,0021** (0,0008)	-0,030 (0,026)
<i>FR</i>	0,0007 (0,0006)	-0,0023** (0,0009)	0,0008 (0,0006)	0,0009 (0,0006)	-0,0022** (0,0009)	0,03 (0,02)
<i>LPI</i>	-0,0002 (0,0002)	-0,0006 (0,0004)	-0,0002 (0,0002)	-0,0002 (0,0003)	-0,0006 (0,0004)	0,05*** (0,01)
<i>lnL</i>	0,30*** (0,09)	-0,13 (0,13)	0,29*** (0,09)	0,46*** (0,09)	0,01 (0,11)	0,95*** (0,19)
<i>dept</i> ²			2,78** (1,12)			
Временные эффекты	да	нет	да	да	нет	да
Региональные эффекты	да	да	да	да	да	нет
Тест Вальда на совместную значимость временных эффектов	146,3***		150,5***	149,1***		20**
Робастный тест на различие констант в группах	30,8***	51,4***	29,4***			
Тест Бреуша-Пагана				1676,6***	1841,6***	
Тест Хаусмана				62,1***	84,2***	
R_{adj}^2	0,5654	0,1480	0,5746			0,3218
$\ln L$	1734	1424	1744	-1834	-1914	-1729

Источник: составлено автором

Таким образом, по результатам проведенных тестов, предпочтение отдаётся результатам оценивания двунаправленной модели с фиксированными эффектами (1). В данной модели коэффициент при регрессоре *dept* значим на 5% уровне и отрицателен. Тем самым, его можно интерпретировать следующим образом: увеличение уровня государственного долга субъекта на начало года на 0,01 (то есть на 1 п.п.) в среднем при прочих равных ведёт к снижению темпов регионального экономического роста на $(e^{-0,48 \cdot 0,01} - 1) \cdot 100\% = -0,48\%$ в текущем году. Однако в целом оценки коэффициента при регрессоре *dept* в моделях (2) и (4), схожи с оценкой

этого коэффициента в модели (1). 90-% доверительный интервал для коэффициента при регрессоре *dept* в модели (1): (-0,83; -0,13), в модели (2): (-0,651; -0,007), в модели (4): (-0,76; -0,10). То есть на уровне 10% во всех трёх моделях данный коэффициент отрицателен и значим, а также значимо отличается от -1. Тем самым, из всех трёх моделей на уровне значимости 10% можно сделать вывод, что увеличение уровня государственного долга субъекта на начало года на 0,01 (то есть на 1 п.п.) ведёт к снижению темпов регионального экономического роста в текущем году на величину, меньшую 1%.

С помощью модели (3) дополнительно проверяется квадратичная форма зависимости темпов роста реального потенциального ВРП от уровня государственного долга субъекта. Модель (3) представляет собой двунаправленную модель с фиксированными эффектами, дополнительно включающую квадрат уровня государственного долга $dept^2$. Однако по результатам оценивания модели (3) данная зависимость не имеет вид параболы ветвями вниз, так как коэффициент при регрессоре $dept^2$ значим на уровне 5% и положителен. И хотя из значений коэффициентов получается зависимость в виде параболы ветвями вверх, абсцисса вершины которой составляет 0,187. На самом деле из этого не следует наличие возрастающего участка зависимости, то есть положительного влияния после достижения некоторого уровня, так как почти все наблюдения лежат на участке до вершины, то есть на убывающем участке оценённой зависимости. Поэтому значимость положительного коэффициента при $dept^2$ и отрицательного коэффициента при *dept* по-прежнему говорит об отрицательной зависимости темпов регионального экономического роста от уровня государственного долга. Однако значимость положительного коэффициента при регрессоре $dept^2$ может говорить о снижении степени отрицательного влияния уровня государственного долга на темпы регионального экономического роста с увеличением этого уровня.

Кластеризация субъектов РФ по уровню социально-экономического развития

Распространённым приёмом для учёта гетерогенности исследуемых объектов является объединение их в группы на основе схожести по некоторым критериям [Винокуров et al, 2020]. Кластеризация исследуемых объектов позволяет строить эконометрические модели в разрезе сформированных согласно определённому принципу групп и выявлять различия. Именно поэтому задача кластеризации субъектов РФ является актуальной и затрагивается в работах российских исследователей. Принципы кластеризации регионов Российской Федерации различны в зависимости от интересующих характеристик: уровень социально-экономического развития [Протасов Ю. М., Юров В. М., 2022], качество жизни и населения [Локосов et al, 2019] и др.

В данном исследовании производится кластеризация субъектов РФ по уровню их социально-экономического развития, для чего используются следующие показатели:

- Основной набор социально-экономических показателей: ВРП на душу населения; среднегодовой уровень инфляции; уровень безработицы; среднедушевые денежные доходы населения; средняя доля городского населения; уровень бедности.
- Набор показателей, характеризующих темпы экономического развития: среднегодовой прирост ВРП; коэффициент обновления фондов; среднегодовой прирост производительности труда; доля инвестиций в ВРП.
- Набор демографических показателей: общий коэффициент рождаемости; общий коэффициент смертности; коэффициент миграционного прироста; средняя ожидаемая продолжительность жизни, также используемые для кластеризации в работах [Протасов Ю. М., Юров В. М., 2022] и [Локосов et al, 2019].

Для каждого из описанных выше показателей рассчитывается среднее за максимальный период доступности данных по показателю в рамках периода исследования (2011–2021), которое и используется для кластеризации. Отметим, что все отобранные для кластеризации переменные являются показателями социально-экономического развития регионов и измерены в относительном или среднедушевом выражении. Использование относительных и среднедушевых

показателей обуславливается необходимостью исключения фактора общего масштаба территорий, населения и экономики региона при кластеризации субъектов по уровню социально-экономического развития.

Для кластеризации применяется метод k-средних. Он представляет собой итеративный алгоритм, на каждом шаге которого происходит распределение объектов по кластерам по принципу отнесения объекта к кластеру ближайшего центроида, после чего центры масс кластеров (центроиды) пересчитываются. Алгоритм завершается, когда центры кластеров перестают меняться. В качестве метрики расстояния в алгоритме используется евклидова метрика.

$$\frac{1}{nk} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (x_i - \mu_j)^2 I(a(x_i) = j) \rightarrow \min$$

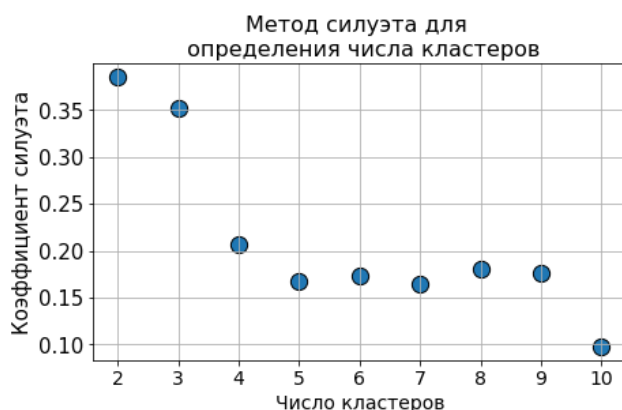
Так как принцип работы алгоритма k-средних основан на минимизации суммы расстояний от объектов до соответствующих центроидов, то перед кластеризацией необходимо стандартизовать все признаки, чтобы обеспечить их соизмеримость. При реализации алгоритма k-средних необходимо заранее задать число кластеров. Для определения оптимального числа кластеров можно применить метод силуэта, основанный на расчёте такой метрики качества кластеризации, как коэффициент силуэта. Изначально этот коэффициент определяется для каждого объекта в отдельности:

$S(x_i) = \frac{B(x_i) - A(x_i)}{\max(A(x_i), B(x_i))}$, где $A(x_i)$ – среднее расстояние между объектом x_i и объектами его кластера, $B(x_i)$ – среднее расстояние между x_i и объектами другого ближайшего кластера.

Коэффициент силуэта для произведённой кластеризации объектов определяется как среднее из индивидуальных коэффициентов силуэта. Показатель силуэта измеряется в пределах от -1 до 1 и чем ближе показатель силуэта к 1, тем лучше качество кластеризующей модели. Поэтому в качестве оптимального числа кластеров используется число, при котором коэффициент силуэта максимален.

Как видно из графика (рис. 1), значения коэффициента силуэта при числе кластеров $k=2$ и $k=3$ значительно больше значений соответствующего коэффициента при другом числе кластеров. При этом коэффициент силуэта для трёх кластеров незначительно ниже соответствующего коэффициента для двух кластеров. Так как целью осуществления кластеризации в данном исследовании является снижение гетерогенности объектов и построение моделей в разрезе кластеров для выявления различий, в качестве оптимального числа кластеров было принято выбрать большее из двух наилучших, то есть $k=3$.

Рисунок 1 Метод силуэта для определения числа кластеров.



Источник: расчёты автора

Результаты кластеризации субъектов РФ по уровню социально-экономического развития с помощью метода k-средних для 3 кластеров представлены в таблице 2. Видно, что выделение кластеров регионов в целом логично и согласуется с их социально-экономическими характеристиками (см. Приложение 1). По результатам кластеризации был выделен обширный кластер 3, включающий 66 регионов и характеризующий средний уровень социально-экономического развития. Другие два кластера включают меньшее число субъектов и отражают высокий и низкий уровни социально-экономического развития. 11 регионов первого кластера объединяют такие показатели как высокие среднедушевые денежные доходы населения и высокий ВРП на душу населения, большая доля городского населения, относительно низкий уровень безработицы и бедности. Тем самым, первый кластер характеризуется высоким уровнем социально-экономического развития. Для второго кластера характерны следующие черты: низкие показатели ВРП на душу населения и среднедушевых денежных доходов, очень высокий уровень безработицы, довольно низкая доля городского населения, высокий общий коэффициент рождаемости и уровень бедности. Тем самым можно заключить, что отнесённые ко 2 кластеру 8 регионов обладают низким уровнем социально-экономического развития.

Таблица 2 Кластеризация субъектов РФ по уровню социально-экономического развития.

Кластеры	Субъекты РФ
Кластер 1	<u>11 регионов</u> : г. Москва; г. Санкт-Петербург; Ненецкий автономный округ; Республика Татарстан; Ханты-Мансийский автономный округ - Югра; Ямало-Ненецкий автономный округ; Республика Саха (Якутия); Камчатский край; Магаданская область; Сахалинская область; Чукотский автономный округ.
Кластер 2	<u>8 регионов</u> : Республика Калмыкия; Республика Дагестан; Республика Ингушетия; Кабардино-Балкарская Республика; Карачаево-Черкесская Республика; Чеченская Республика; Республика Алтай; Республика Тыва
Кластер 3	<u>66 регионов</u> : остальные

Источник: расчёты автора

Моделирование влияния уровня государственного долга на экономический рост с учётом уровня социально-экономического развития регионов

Определим различия в степени влияния государственного долга субъекта на региональный экономический рост в зависимости от уровня социально-экономического развития. Для этого используются результаты кластеризации регионов РФ по уровню социально-экономического развития, полученные в предыдущем параграфе. При моделировании влияния уровня государственного долга субъекта на региональный экономический рост на данных по всем регионам РФ наилучшей моделью среди рассматриваемых была признана двунаправленная модель с фиксированными эффектами. Теперь в данную модель будут добавлены фиктивные переменные наклона для регрессора *dept*. Таким образом, рассматривается следующая спецификация: $\ln y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 dept_{i,t} + \beta_2 Cluster1_i * dept_{i,t} + \beta_3 Cluster2_i * dept_{i,t} + \sum \beta_j control_{i,t}^{(j)} + \mu_i + time_t + \varepsilon_{i,t}$.

где *Cluster1* – фиктивная переменная принадлежности региона к кластеру 1, *Cluster2* – фиктивная переменная принадлежности региона к кластеру 2. Тем самым, наиболее обширный кластер 3, включающий 66 регионов со средним уровнем социально-экономического развития, взят в качестве эталонного.

Результаты оценивания двунаправленной модели с фиксированными эффектами, а также спецификационные тесты приведены в таблице 3. По результатам теста Вальда на совместную значимость временных эффектов нулевая гипотеза отвергается, а значит временные эффекты значимы и их необходимо включать в модель. Аналогично по результатам робастного теста на различие констант в группах можно сделать вывод, что индивидуальные эффекты регионов значимы. При сравнении RE и FE моделей с временными эффектами стоит сделать выбор в пользу двунаправленной модели с фиксированными эффектами, так как тест Хаусмана отклоняет нулевую гипотезу о состоятельности ОМНК-оценок модели со случайными эффектами. Тем самым, двунаправленная модель с фиксированными эффектами по результатам спецификационных тестов снова показала себя лучше остальных рассматриваемых моделей: RE-модели, регрессии пула, однонаправленной FE-модели.

Таблица 3 Результаты оценивания двунаправленной модели с фиксированными эффектами и фиктивными переменными кластеров.

Зависимая переменная: $\ln y$	
<i>const</i>	10,86*** (0,57)
<i>dept</i>	-0,64** (0,25)
<i>Cluster1 * dept</i>	0,56* (0,32)
<i>Cluster2 * dept</i>	-0,77 (0,53)
<i>infl</i>	0,0014 (0,0011)
<i>investP</i>	-0,00005 (0,00050)
<i>FR</i>	0,0008 (0,0006)
<i>LPI</i>	-0,0003 (0,0002)
<i>lnL</i>	0,30*** (0,09)
Временные эффекты	Да
Региональные эффекты	Да
Тест Вальда на совместную значимость временных эффектов	147,1***
Робастный тест на различие констант в группах	30,2***
Тест Хаусмана	1487,3***
<i>n</i>	921
R^2_{adj}	0,5758
<i>lnL</i>	1745

Источник: расчёты автора

В данной модели коэффициент при регрессоре *dept* значим на уровне 5% и отрицателен, поэтому для эталонного кластера 3 уровень государственного долго субъекта отрицательно влияет на региональный экономический рост (оценка соответствующего коэффициента $\widehat{\beta}_1 = -0,64$). Коэффициент при регрессоре *Cluster1 * dept* положителен и значим на уровне 10%, то есть

степень влияния уровня государственного долга субъекта на региональный экономический рост для кластера 1 с высоким уровнем социально-экономического развития значительно отличается от степени соответствующего влияния для кластера 3 со средним уровнем социально-экономического развития в положительную сторону. Для регионов кластера 1 ($Cluster1 = 1$) оценка коэффициента при регрессоре $dept$ в приведённой модели на самом деле составляет $\widehat{\beta}_1 + \widehat{\beta}_2 = -0,07$. Нулевая Гипотеза $H0: \beta_1 + \beta_2 = 0$ не отклоняется (соответствующий p -value=0,74). Следовательно, наличие влияния уровня государственного долга субъекта на экономический рост в рамках кластера регионов с высоким уровнем социально-экономического развития не выявлено (соответствующий коэффициент незначим). Для кластера 2, объединяющего регионы с низким уровнем социально-экономического развития, отсутствуют значимые отличия в степени влияния уровня государственного долга на экономический рост по сравнению с эталонным кластером 3, состоящим из регионов со средним уровнем социально-экономического развития (коэффициент при регрессоре $Cluster2 * dept$ незначим).

Построенная двунаправленная модель с фиксированными эффектами включает фиктивные переменные наклона только для регрессора $dept$, что позволяет выявить различия в степени влияния уровня государственного долга субъекта на региональный экономический рост. Однако для полноценного учёта гетерогенности имеет смысл оценить двунаправленные модели с фиксированными эффектами на отдельных кластерах (см. табл.4).

Таблица 4 Результаты оценивания двунаправленной модели с фиксированными эффектами на кластерах.

Зависимая переменная: $\ln y$			
	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3
$const$	16,60*** (2,03)	9,47*** (0,51)	9,84*** (0,91)
$dept$	-0,26 (0,22)	-1,38*** (0,39)	-0,59** (0,27)
$infl$	0,0044 (0,0046)	0,000 (0,004)	0,0026** (0,0012)
$investP$	-0,002 (0,002)	0,00025 (0,00038)	0,00046 (0,00057)
FR	0,0020 (0,0026)	-0,0025 (0,0014)	0,0010* (0,0005)
LPI	0,0015* (0,0007)	-0,0003 (0,0011)	-0,0004* (0,0002)
$\ln L$	-0,52 (0,34)	0,37*** (0,09)	0,45*** (0,14)
Временные эффекты	Да	Да	Да
Региональные эффекты	Да	Да	Да
Тест Вальда на совместную значимость временных эффектов	10,7		114,1***
Робастный тест на различие констант в группах	74,4***	85,3***	24,6***
Число пространственных объектов	11	8	66
n	121	88	712
R_{adj}^2	0,5439	0,8173	0,6122
$\ln L$	194,7	196,9	1431

Источник: расчёты автора

Результаты оценивания моделей на отдельных кластерах в целом схожи с результатами оценивания модели с фиктивными переменными наклона для регрессора *dept*. В рамках кластера 1 подтверждается отсутствие влияния уровня государственного долга субъекта на региональный экономический рост. Для кластеров 2 и 3 также подтверждается наличие отрицательного влияния. Увеличение государственного долга субъекта на 1 п.п. в среднем при прочих равных ведёт к снижению темпов регионального экономического роста на -1,38% для региона кластера 2 или на 0,59% для региона кластера 3.

Заключение

По результатам исследования можно сделать вывод, что уровень государственного долга субъекта отрицательно влияет на региональный экономический рост. Было оценено, что увеличение уровня государственного долга субъекта на 1 п.п. в среднем при прочих равных ведёт к снижению темпов регионального экономического роста на 0,48%. Существование порогового уровня государственного долга субъекта выявлено не было. В результате кластеризации субъекты РФ были разделены на 3 группы по уровню социально-экономического развития: средний уровень – 66 регионов, высокий уровень – 11 регионов, низкий уровень – 8 регионов. С помощью добавления фиктивных переменных наклона для переменной интереса было продемонстрировано наличие различий в степени влияния уровня государственного долга субъекта на региональный экономический рост между кластерами регионов высокого и среднего уровня социально-экономического развития. Для регионов, характеризующихся низким уровнем социально-экономического развития, значимые различия в степени исследуемого влияния по сравнению с основной массой регионов, характеризующихся средним уровнем социально-экономического развития, отсутствуют. В результате моделирования в разрезе выделенных кластеров была выявлена отрицательная зависимость темпов регионального экономического роста от уровня государственного долга субъектов для регионов с низким и средним уровнем социально-экономического развития, что согласуется с оценками на общероссийских данных. Для субъектов с высоким уровнем социально-экономического развития влияние уровня государственного долга на региональный экономический рост не было выявлено. Перечисленные оценки для российских регионов впервые были получены в этом исследовании, что отражает его новизну. Таким образом, по результатам исследования можно дать рекомендации относительно региональной бюджетной политики: для регионов, характеризующихся низким и средним уровнем социально-экономического развития увеличение государственного долга для покрытия дефицита бюджета нежелательно. Для регионов с высоким уровнем социально-экономического развития изменение уровня государственного долга имеет нейтральный характер по отношению к региональному экономическому росту, а значит государственный долг может быть увеличен в случае необходимости.

Библиография

1. Винокуров Е., Лаврова Н., Петренко В. Оптимальный долг и качество институтов // Рабочий документ Евразийского фонда стабилизации и развития. 2020.
2. Локосов В. В., Рюмина Е. В., Ульянов В. В. Кластеризация регионов России по показателям качества жизни и качества населения // Народонаселение. 2019. Том 22. № 4. С. 4-17.
3. Наумов И. В., Никулина Н. Л. Сценарное моделирование влияния динамики государственного долга на валовой региональный продукт субъектов России // Финансы: теория и практика/Finance: Theory and Practice. 2021; 25(6):68-84.
4. Протасов Ю. М., Юров В. М. Кластеризация регионов РФ по уровню их социально-экономического развития // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2022. № 2. С. 95–103.
5. Afonso, A. and Alves, J. The Role of Government Debt in Economic Growth // Lisboa School of Economics and Management Working Paper. 2014. № 16.
6. Balázs Égert (2015) The 90% public debt threshold: the rise and fall of a stylized fact // Applied Economics, 47:34-35, 3756-3770.
7. Burhanudin, M. D., Muda, R., Nathan, S. B., & Arshad, R. (2017). Real effects of government debt on sustainable economic growth in Malaysia // Journal of International Studies, 10(3), 161-172.
8. Gómez-Puig, M. and Sosvilla-Rivero, S. (2015) The Causal Relationship between Debt and Growth in EMU Countries // Journal of Policy Modeling, 37, 974-989.
9. Mitze, T., & Matz, F. (2015). Public debt and growth in German federal states: What can Europe learn? // Journal of Policy Modeling. 37(2). 208–228.
10. Panizza, Ugo & Presbitero, Andrea F. (2014) Public debt and economic growth: Is there a causal effect? // Journal of Macroeconomics, Elsevier, vol. 41(C), pages 21-41.
11. Rito Ribeiro, H., N., Vaicekauskas, T., Lakštutienė, A. The Effect of Public Debt and Other Determinants on the Economic Growth of Selected European Countries // Economics and Management. 2012. Vol. 17, No. 3, pp. 914-921.
12. Yang, W.; Zhang, Z.; Wang, Y.; Deng, P.; Guo, L. Impact of China's Provincial Government Debt on Economic Growth and Sustainable Development // Sustainability. 2022, 14, 1474.

Приложение 1

Социально-экономические характеристики, используемые при кластеризации регионов

