

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**



DOI: 10.19181/4m.2025.34.2.3

EDN: IRYBXU

### **СРЕДНЕСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ: МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ЕЕ АПРОБАЦИЯ**

**Петров Александр Пхоун Чжо**

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,  
Москва, Россия

Эл. почта: petrov.alexander.p@yandex.ru

ORCID: 0000-0001-5244-8286

**Демиденко Сергей Владимирович**

Российская академия народного хозяйства и государственной службы  
при Президенте Российской Федерации,  
Москва, Россия

Эл. почта: demidenko-sv@ranepa.ru

ORCID: 0000-0002-6519-9474

**Маргулис Сергей Борисович**

Российская академия народного хозяйства и государственной службы  
при Президенте Российской Федерации,  
Москва, Россия

Эл. почта: margulis-sb@ranepa.ru

ORCID: 0000-0003-0674-2550

**Для цитирования:** *Петров А. П., Демиденко С. В., Маргулис С. Б.* Среднесрочное прогнозирование социально-политической стабильности: математическая модель и ее апробация // Социология: методология, методы, математическое моделирование (Социология: 4М). 2025. № 61. С. 117-164.  
DOI: 10.19181/4m.2025.34.2.3. EDN: IRYBXU.

Разработана математическая модель, описывающая динамику социально-политической стабильности в среднесрочной перспективе. Основная переменная модели — уровень протестной активности, эмпирическим аналогом которой является линейная комбинация количества протестных актов и количества полицейских репрессий в единицу времени. В описании факторов протеста модель учитывает социально-экономические предпосылки, а в описании протестной динамики — подход SIMCA. Модель апробирована на двух примерах: рассмотрена динамика социально-политической стабильности в Казахстане и Кыргызстане в период 2018–2023 гг. Показано, что в данных случаях модель корректно описывает положение главных пиков активности, соответствующих кризису 2022 года в Казахстане и революции 2020 года в Кыргызстане. Единицей времени в модели является квартал. Прогностические возможности модели распространяются на следующий квартал и являются сценарными, т. е. в качестве входных данных прогноз требует оценки значений таких переменных, как уровень инфляции и уровень безработицы на прогнозируемый квартал.

*Ключевые слова:* протесты, революции, математическое моделирование, SIMCA, Казахстан, Кыргызстан, база данных ACLED, идентичность

## ***Введение***

В наиболее «видимых» для социологов частях мира в период после Второй мировой войны социальные потрясения постепенно сходили на нет. В странах как советского блока, так и западного социальная система казалась устоявшейся и далекой от потрясений. Ни советские обществоведы, ни западные социологи не смогли спрогнозировать революционные события в СССР и Восточной Европе. Эти режимы казались окостеневшими (ossified regimes, термин введен в [1]) и потому устойчивыми. Однако вскоре после начала драматических событий конца 80-х – начала 90-х годов стали появляться ретроспектив-

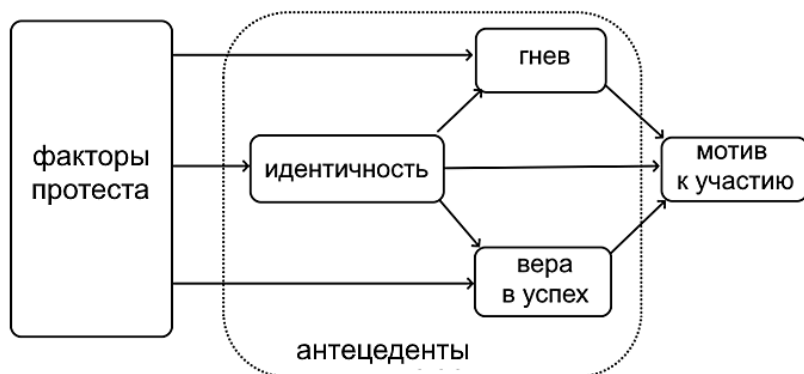
ные объяснения их неизбежности, указания на предшествующие признаки катастрофы и т. д. Т. Куран в работе с говорящим названием «Сейчас из Никогда: элемент неожиданности в восточноевропейской революции 1989 года» [2] выразил это следующими словами: «События, которые в ретроспективе видятся как предвестники неминуемого потрясения, не рассматривались как таковые в преддверии самой революции». Так или иначе, эти события привели к росту научного интереса к тематике протестов и революций: ученые поняли, что знают об этом гораздо меньше, чем им казалось.

Ситуация повторилась в 2011 году, когда казавшиеся окостеневшими и стабильными ближневосточные режимы пали в ходе «Арабской весны». Эта серия революций снова указала на недостаточность научных знаний и породила новый всплеск исследований.

Методологические подходы к проблематике протестов и революций в целом можно разделить на две большие группы.

Первую из них представляет основная масса публикаций за последние десятилетия по тематике протестов и революций. Эти работы ориентированы на микроанализ, который ставит в центр внимания индивида. Рассматривается потенциальный протестующий и его мотивация к участию и к неучастию в протестной акции. Ранняя модель, реализующая этот подход — это модель Кландерманса [3], разработанная в 1984, вводящая, в частности, формулировку «ожидание–ценность». Именно мотив считается тем более сильным, чем выше ожидаемая вероятность достижения успеха и чем выше его ценность для данного индивида. Например, в эмпирическом исследовании относительно трудового конфликта Кландерманс задавал респондентам вопросы о том, насколько вероятным они считают, что протестная акция заставит работодателей пойти на уступки (ожидание) и насколько важными респондент считает эти уступки (ценность).

Наиболее значимую на сегодняшний день линию в исследованиях протестов и революций представляет модель SIMCA (Social Identity Model of Collective Action), предложенная ван Зомереном и др. [4]. Ее базовая идея состоит в том, что различные факторы формируют у индивида мотив к участию посредством трех психологических antecedентов: гнева (или, более широко, чувства несправедливости), веры в успех и идентичности, разделяемой этим индивидом с другими протестующими. При этом идентичность влияет на гнев и веру в успех (см. Рис. 1).



*Рис. 1. Логические связи в модели SIMCA*

SIMCA получила многочисленные эмпирические подтверждения и была развита в ряде направлений, см., напр., [5]. Основным методом обоснования является медиационный анализ — статистический метод, который можно рассматривать как надстройку над регрессионным анализом. Популярность модели SIMCA связана с тем, что анализ, сфокусированный на antecedентах, оказывается более плодотворным, чем анализ, рассматривающий непосредственно факторы. Несколько утрируя: чтобы больше узнать о протесте, надо ставить в центр

внимания не уровень безработицы или ущемление национальных меньшинств, а гнев, вызываемый этими факторами; веру в успех протеста и политизированную идентичность соответствующей группы, например, того самого национального меньшинства.

Соответственно, большая часть эмпирических работ по исследованию конкретных протестов на основе подхода SIMCA имеют следующую схему:

- опросными методами оценивают фактор, антецедент, готовность к участию;
- путем медиационного анализа определяют наличие траектории от фактора к антецеденту и далее к готовности к участию.

Некоторые исследования, опирающиеся на SIMCA, выявляют антецеденты не путем опросов, а путем анализа текстов пользователей социальных сетей. Так, в работе [6] предлагается подход, в котором многократное употребление местоимения «мы» рассматривается как маркер того, что автор апеллирует к общей с читателями идентичности. В работе [7] разработан рубрикатор «Постофикатор», на основании которого тексты пользователей классифицируются по антецедентам. Например, сообщение о полицейских репрессиях апеллирует к гневу, сообщение о переходе силовиков на сторону оппозиции — к вере в успех, тексты о моральном превосходстве протестующих над режимом — к идентичности.

Существуют и другие подходы, нацеленные на анализ мотивации потенциальных протестующих.

Вторая группа методов рассматривает макропоказатели и макрохарактеристики социума. В самых общих чертах логика большинства таких работ имеет следующий вид: рассматривается один или несколько кейсов революции, выявляются их характерные черты, на их основании предлагается объяснение того, почему произошла революция. Например, в качестве фак-

тора революции 2011 года в Египте рассматривается наличие «молодежного горба», т.е. непропорционально высокой доли молодых людей в населении [8].

Недостатком такого подхода является его ретроспективная ориентированность. Например, Дж. Дэвис [9] выдвинул теорию J-кривой, логика которой состоит в следующем: если некоторое общество испытывает рост экономики и благосостояния, то в нем формируются ожидания дальнейшего роста. Однако рано или поздно неизбежно наступает торможение, вызывающее депривацию граждан (относительно их ожиданий), и вследствие этого появляется риск революции. Таким образом, согласно Дэвису, революционная ситуация возникает при торможении, а не, например, на спаде или дне ямы. В обоснование своей теории Дэвис предложил несколько исторических примеров. Однако существует необозримое количество примеров торможения, не приведенных Дэвисом, и в большинстве случаев оно не приводит к революционным выступлениям.

Этот пример указывает на методологическую проблемность указанного подхода. Нельзя утверждать, что торможение в развитии или определенная демографическая структура не являлись значимыми факторами революции в некоторых, уже произошедших, революциях. Проблема в том, что априори неясно, когда они станут причиной революции, а когда — нет. Это становится ясным лишь при ретроспективном объяснении. Другими словами, нельзя утверждать, что Дэвис был неправ в отношении приведённых им ретроспективных примеров. Проблема в том, что неясно, в каких будущих ситуациях его логика будет работать, а в каких — нет.

Поэтому естественным развитием теорий, ориентированных на макропоказатели и показатели макроструктур, стал статистический анализ. Упрощенно говоря, в качестве независимых переменных он принимает макропоказатели, а в качестве результирующей переменной — количество революционных

выступлений. Таким методом, например, в [10] получено, что по мере роста урбанизации риски вооружённых выступлений снижаются, в то время как риски невооружённых революций ведут себя немонотонно: по мере роста урбанизации они растут, но после выхода страны на завершающие фазы урбанизационного перехода начинают падать. В этой работе степень урбанизации принималась в качестве независимой переменной, а в качестве зависимости — доля кейсов, в которых имело место революционное выступление.

В некотором ракурсе, разницу между указанными группами подходов можно пояснить, обратившись к характеру используемых данных. Если в качестве источников данных для методов первой группы выступают, в первую очередь, данные социологических и психолого-политических исследований, то подходы второй группы ориентируются на макроэкономические данные, социальную и демографическую структуру общества и т. д.

При том, что сегодня количество публикаций политико-психологического плана по тематике протестов и революций заметно превышает количество публикаций, опирающихся на макропоказатели, исторически второе направление является более укорененным. Так, понятие о поколениях теорий революции [11] относится именно к этому классу подходов.

В настоящей работе строится и апробируется динамическая модель, использующая идеи из обоих подходов: принятое описание протестного потенциала опирается как на теорию антецедентов, так и на макропоказатели. Кроме того, мы используем характерное для динамических моделей (см., напр., [12–14]) положение о том, что процесс имеет свою внутреннюю динамику, а не просто определяется теми или иными факторами.

Одно из ограничений как принятого в настоящей работе подхода, так и других подходов, перечисленных выше, состоит в том, что они не учитывают сетевую структуру как общества,

так и политического класса. При этом методы для анализа сетевых структур хорошо известны [15, 16]; проблема внедрения этих методов в данную проблематику состоит, скорее, в сборе эмпирических данных.

Предлагаемый в настоящей работе метод прогнозирования социально-политической стабильности апробирован на примере двух стран: Казахстана и Кыргызстана. Такой выбор связан, в первую очередь, с тем, что в данных странах в последние годы происходили революционные выступления: неудавшаяся попытка революции в Казахстане в 2022 и успешная смена власти в Кыргызстане в 2020 году.

### *Социально-экономические факторы потенциала протеста*

В описании социально-экономических факторов протеста, более конкретно — в выборе переменных функции состояния, модель опирается на идею, сформулированную и доказанную при помощи фундаментальных социологических обобщений Р. Инглхартom [17]. Идея заключается в том, что по мере развития «общества благоденствия» (решения государствами большинства вопросов, связанными с так называемыми «ценностями выживания») все большее значение в социуме приобретают ценности самовыражения и самореализации (в данном случае речь идет об использовании в контексте социологических исследований широко известной «пирамиды Маслоу»). Ценности самовыражения напрямую связаны с культурными и этноконфессиональными особенностями отдельного региона или государства, в этом регионе располагающегося. Например, если речь идет о мусульманской стране, то ценности самовыражения связаны с исламской традицией и т. д.

Таким образом, если в некотором обществе не удовлетворены потребности выживания, то эти проблемы могут создавать

протестный потенциал. Если же потребности выживания удовлетворены, то «бунт брюха» (выражение Фрэнсиса Бэкона) невозможен, однако актуализуются потребности более высокого порядка (те, что связаны с «жизненными шансами» и благосостоянием, теперь они могут создавать протестный потенциал). Если же и эти потребности удовлетворены, то у людей возникают потребности еще более высокого порядка (те, что связаны с интеллектуальными запросами и ценностями самореализации). Если они не удовлетворены, то уже они создают протестный потенциал.

Тем самым, в модели рассматривается пирамида из трех уровней факторов. Принимается, что тот уровень, на котором имеется наибольшая неудовлетворенность, дает вклад в развитие протестной активности.

Ниже перечисляются переменные трех уровней, условно обозначаемые как Уровень 1 «базовый», Уровень 2 «развитый», Уровень 3 «ценностный». При выборе переменных для каждого уровня мы руководствовались не только их содержательным смыслом, но также полнотой данных в базе Всемирного банка [18].

Уровень 1 (базовый). Здесь сгруппированы переменные, характеризующие систему в целом. Они относятся к числу широко используемых в макроэкономической статистике:

- удельный ВВП по ППС;
- рост ВВП;
- инфляция;
- суммарные сбережения.

Уровень 2 (развитый). Данная группа переменных описывает уровень материального и образовательного развития системы. Она сигнализирует об удовлетворённости или неудовлетворённости большей части населения своим благосостоянием и доступом к «жизненным шансам», а также о гипотетических запросах и ожиданиях в этой области:

- индекс Джини;
- количество коек в больницах;
- безработица среди молодых мужчин;
- безработица.

Уровень 3 (ценностный). Эти переменные описывают удовлетворенность духовно-нравственных и интеллектуальных запросов общества, равно как и уровень его интеллектуального и технического развития:

- расходы на исследования (% от ВВП);
- количество заявок на патенты на 1 млн населения;
- доля высокотехнологичного экспорта;
- легкость ведения бизнеса.

Таким образом, для описания каждого из 3 уровней используются по 4 показателя из базы данных Всемирного банка. Каждый из 12 показателей нормализуется на интервал от 0 до 1. Полученные нормированные значения показателей агрегируются внутри каждого уровня с помощью рангового среднего (подробно процедура описана ниже). Таким образом, для каждого из уровней вычисляется агрегированный показатель.

Данные показатели имеют различную размерность и различный порядок. Для того, чтобы использовать эти разнородные данные в рамках одной модели, проводится их нормализация так, чтобы каждая из переменных принимала значения в интервале от 0 до 1, причем большие значения нормализованной переменной соответствовали большему значению фактора.

Далее будем обозначать исходную переменную через  $x$  и называть ее так, как она называется в базе данных Всемирного банка, а нормализованную переменную будем обозначать через  $u$  и называть соответствующим фактором протеста. Например, переменная  $x$  — это «Инфляция», а переменная  $u$  — «Фактор протеста, связанный с инфляцией».

Если большие значения переменной  $x$  соответствуют большим значениям фактора (например, чем выше безработица,

тем выше потенциал протеста), то нормализация проводится по формуле

$$y = \begin{cases} 0, x < x_{min} \\ \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}, \\ 1, x > x_{max} \end{cases} \quad (1)$$

где  $x$  — значение переменной в исходной форме (денежная сумма, количество и т. д.;  $y$  — значение переменной в нормализованной форме,  $x_{max}, x_{min}$  — значения переменной в исходной форме, соответствующие значениям  $y = 1, y = 0$  в нормализованной форме.

Если же большие значения переменной  $x$  соответствуют меньшим значениям фактора (например, чем выше удельный ВВП, тем ниже потенциал протеста), то нормализация проводится по формуле

$$y = \begin{cases} 0, x < x_{min} \\ \frac{x_{max} - x}{x_{max} - x_{min}} \\ 1, x > x_{max} \end{cases} \quad (2)$$

Для факторов из базы данных Всемирного банка значения  $x_{min}, x_{max}$  определялись следующим образом. Значения показателя за 2023 год, для которого имеются достаточно полные данные) упорядочивались по всем странам, и в качестве  $x_{min}$  принималось значение такой страны, ниже которой расположены 20 % стран; в качестве  $x_{max}$  — значение для страны, выше которой расположены 20 % стран (строго говоря, не стран, а строк, т. к. в качестве учетных единиц в базе Всемирного банка выступают не только страны, но также отдельные экономические зоны, не имеющие статуса отдельного государства, макрорегионы, такие, как «Ближний Восток и Северная Африка» и мир в целом).

Вычисленные по формуле (1) значения фактора протеста для каждого года для Казахстана представлены в Таблице 1 и визуализированы для обеих стран на Рис. 2.

Таблица 1  
ПОКАЗАТЕЛИ «ИНФЛЯЦИЯ» (x) И «ФАКТОР ПРОТЕСТА, СВЯЗАННЫЙ  
С ИНФЛЯЦИЕЙ» (y) ДЛЯ КАЗАХСТАНА

| y    | x    | Год  | y    | x    | Год  |
|------|------|------|------|------|------|
| 0.08 | 5.94 | 2013 | 0.42 | 8.35 | 2001 |
| 0.21 | 6.85 | 2014 | 0.06 | 5.84 | 2002 |
| 0.18 | 6.68 | 2015 | 0.15 | 6.44 | 2003 |
| 1    | 14.4 | 2016 | 0.21 | 6.88 | 2004 |
| 0.29 | 7.44 | 2017 | 0.31 | 7.58 | 2005 |
| 0.11 | 6.16 | 2018 | 0.48 | 8.72 | 2006 |
| 0    | 5.33 | 2019 | 0.78 | 10.8 | 2007 |
| 0.19 | 6.72 | 2020 | 1    | 17.1 | 2008 |
| 0.38 | 8.04 | 2021 | 0.27 | 7.32 | 2009 |
| 1    | 15   | 2022 | 0.29 | 7.4  | 2010 |
| 1    | 14.7 | 2023 | 0.44 | 8.45 | 2011 |
|      |      |      | 0    | 5.2  | 2012 |



**Рис. 2. Фактор протеста, связанный с инфляцией**

Итоговый фактор первого уровня для каждого года вычисляется как ранговое среднее перечисленных выше четырех показателей:

Для каждого года упорядочиваются значения указанных переменных от самого большого до самого малого, и складываются с учетом весов, равных, соответственно,

$$\frac{4}{4 + 3 + 2 + 1}; \frac{3}{4 + 3 + 2 + 1}; \frac{2}{4 + 3 + 2 + 1}; \frac{1}{4 + 3 + 2 + 1}.$$

Суть рангового среднего состоит в том, что оно придает больший (по сравнению с обычным средним) вес наиболее выраженным факторам.

**Пример 1.** Рассмотрим данные по Казахстану за 2010 год.

- Фактор протеста, связанный с удельным ВВП по ППС = 0,68.
- Фактор протеста, связанный с недостаточным ростом ВВП = 0,13.
- Фактор протеста, связанный с инфляцией = 0,29.

– Фактор протеста, связанный с недостаточными суммарными сбережениями = 0,19.

Ранговое среднее вычисляется в данном примере следующим образом:

$$\frac{4*0,68+3*0,29+2*0,19+1*0,13}{4+3+2+1} = 0,41.$$

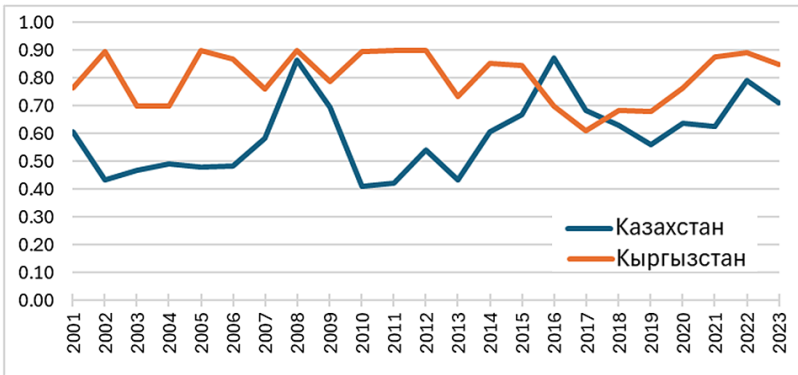
Вычисленные значения средних ранговых принимаются в качестве значений итогового фактора первого уровня  $F_1(t)$ .

Вычисления для Казахстана за период 2017–2023 гг. представлены в таблице 2, а графики для Итогового фактора первого уровня для обеих стран за 2001–2023 гг. — на Рис. 3.

Таблица 2

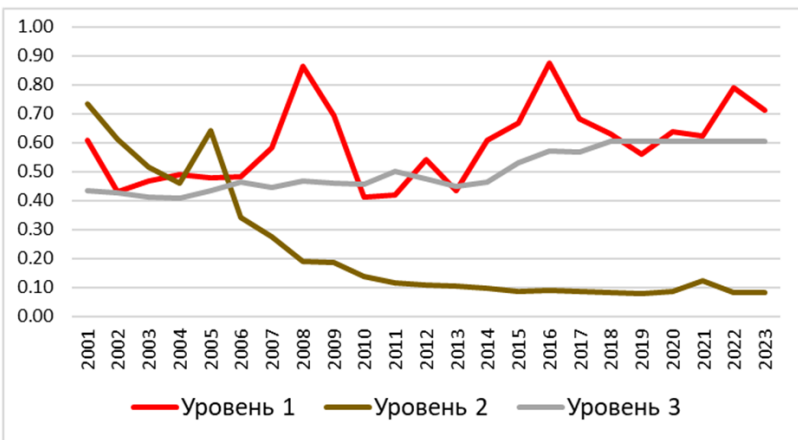
РАНГОВОЕ СРЕДНЕЕ ФАКТОРОВ ПЕРВОГО УРОВНЯ  
ДЛЯ КАЗАХСТАНА ЗА 2017–2023 ГГ.

| Фактор протеста, связанный с           | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| удельным ВВП по ППС                    | 0.56 | 0.53 | 0.45 | 0.44 | 0.35 | 0.28 | 0.22 |
| недостаточным ростом ВВП               | 0.99 | 0.98 | 0.87 | 1.00 | 0.88 | 1.00 | 0.72 |
| инфляцией                              | 0.29 | 0.11 | 0.00 | 0.19 | 0.38 | 1.00 | 1.00 |
| недостаточными суммарными сбережениями | 0.45 | 0.34 | 0.41 | 0.43 | 0.53 | 0.31 | 0.37 |
| Итоговый фактор первого уровня         | 0.68 | 0.63 | 0.56 | 0.64 | 0.62 | 0.79 | 0.71 |

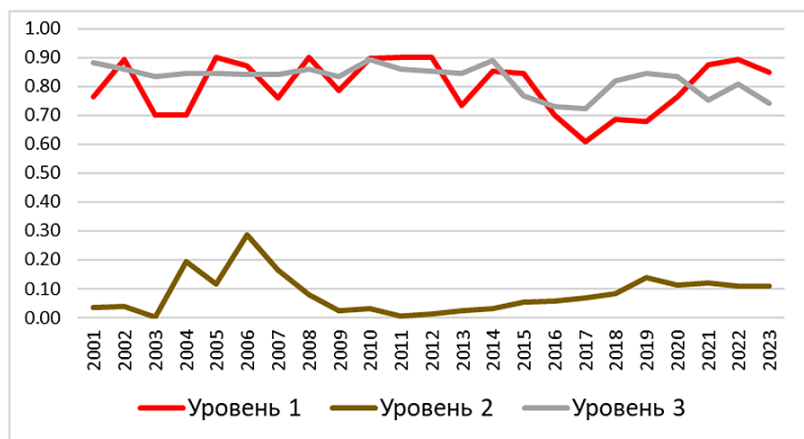


**Рис. 3. Итоговый фактор первого уровня**

Аналогичным образом рассчитываются итоговые факторы для Уровней 2, 3 — см. графики на Рис. 4, 5.



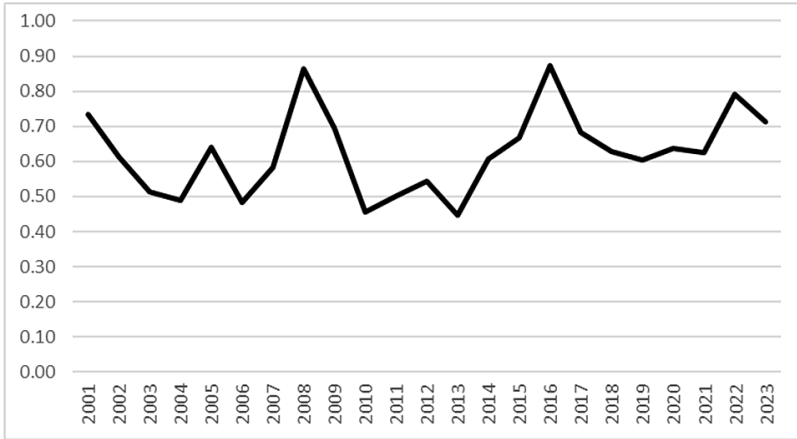
**Рис. 4. Факторы 1, 2, 3 уровней для Казахстана**



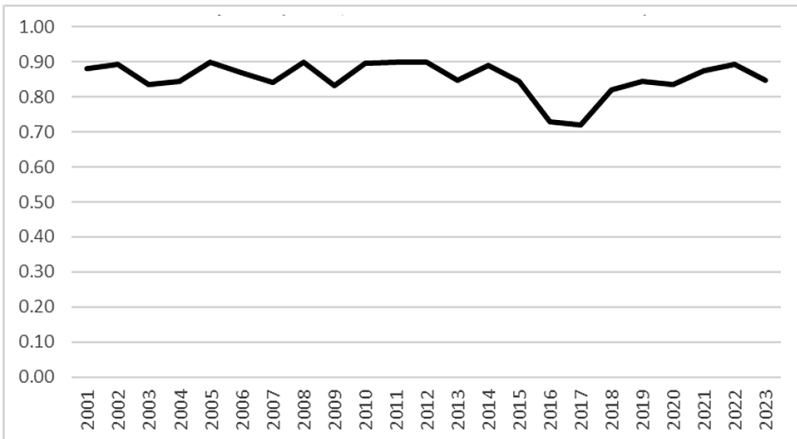
**Рис. 5. Факторы 1, 2, 3 уровней для Кыргызстана**

В качестве Итогового фактора социально-экономического развития (ИФСЭР) для каждого года принимается максимальное из значений факторов первого, второго и третьего уровней.

Графики Итогового фактора для Казахстана и Кыргызстана представлены на Рис. 6, 7.



**Рис. 6. Итогового фактора социально-экономического развития для Казахстана**



**Рис. 7. Итоговый фактора социально-экономического развития для Кыргызстана**

### *Идентичность и ее формализация*

В соответствии с существующими представлениями [4, 19], отраженными в математической модели, общая идентичность протестующих является одним из значимых факторов протеста.

С учетом региональной специфики, в настоящей работе идентичность концептуализирована, в первую очередь, с точки зрения ее религиозной составляющей и, более конкретно, применительно к исламу.

В целом, в постсоветский период в обеих рассматриваемых странах происходил рост численности верующих и рост численности исламских организаций разных типов. Имея в виду, что моделирование проводится для периода 2018–2024 гг. и что наиболее качественные данные за этот период относятся к численности зарегистрированных религиозных объединений и организаций в Кыргызстане (Табл. 3), именно эта величина выбрана в качестве показателя религиозной идентичности, обозначаемого далее через  $relig(t)$ .

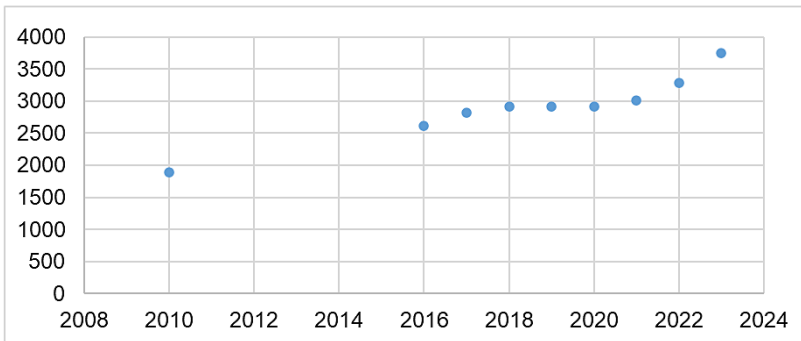
Таблица 3

#### КОЛИЧЕСТВО ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ РЕЛИГИОЗНЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ В КЫРГЫЗСТАНЕ

| Год  | Объединения | Мечети | Исламские<br>вузы | Медресе |
|------|-------------|--------|-------------------|---------|
| 2005 |             |        |                   |         |
| 2010 | 1895        |        |                   |         |
| 2013 |             | 1674   | 10                | 67      |
| 2016 | 2622        |        |                   |         |
| 2017 | 2822        |        |                   |         |
| 2018 | 2910        |        |                   |         |
| 2019 | 2911        |        |                   |         |
| 2020 | 2911        | 2688   | 12                | 131     |

Окончание табл. 3

| Год  | Объединения | Мечети | Исламские вузы | Медресе |
|------|-------------|--------|----------------|---------|
| 2021 | 3007        |        |                |         |
| 2022 | 3288        |        |                |         |
| 2023 | 3744        | 3436   | 15             | 122     |



**Рис. 8.** Динамика численности зарегистрированных исламских объединений и организаций в Кыргызстане

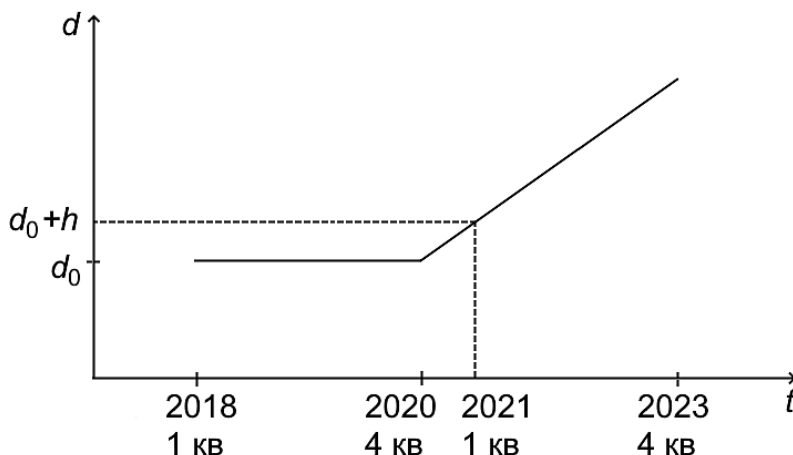
На Рис. 8 представлена динамика показателя религиозной идентичности. Применительно к периоду 2018–2024 гг. график показывает, что в 2018–2020 гг. численность была постоянной, после чего до 2023 года происходил приблизительно равномерный рост.

Соответственно, динамика показателя религиозной идентичности моделируется следующим образом (Рис. 9):

– на протяжении 12 кварталов (1-й квартал 2018 года – 4-й квартал 2020 года)  $relig(t)$  принимается равным постоянной величине  $relig_0$ ;

– на протяжении следующих 12 кварталов (1-й квартал 2021 года – 4-й квартал 2023 года)  $relig(t)$  принимается возрастающей на величину  $h$  каждый квартал.

Такой вид динамики показателя религиозной идентичности принимается для каждой из стран. Конкретные значения параметров  $relig_0; h$  подбираются так, чтобы минимизировать различие между результатами моделирования и реальными данными об активности протеста.



*Рис. 9. Принятая в модели динамика показателя религиозной идентичности  $relig(t)$ : постоянная в 2018–2020 и затем равномерно возрастающая до конца 2023 г.*

### *Факторы политической ситуации*

Факторы политической ситуации, способствующие развитию протеста и возникновению революции, описаны М. Бейссингером в работе [7]. Особую роль он уделяет так называемой «Электоральной возможности», указывая на то, что

выборы национального масштаба сами по себе создают ситуацию, в которой оппозиции проще мобилизовать своих сторонников.

Прочие факторы Бейссингер называет «структурными преимуществами, облегчающими модулярную демократическую революцию». Итоговый список представлен в Таблице 4 (помимо представленных, у Бейссингера был также пункт о структуре политических прав, изложение которого требует существенного привлечения теории, а также неприменимый в данных случаях пункт о роли силовиков в протесте).

Основная идея данной теории состоит в том, что когда возникает так называемая электоральная возможность (например, выборы, результат которых считается фальсифицированным значительной частью населения), то эти структурные преимущества способны усилить протестный потенциал, причем это усиление происходит, если преимуществ оказывается достаточно много (см. строку «Итого» Таблицы 4). Именно за наличие каждого из преимуществ начисляется один балл, и усиление происходит лишь если количество баллов достаточно велико.

Теория была предложена в 2007 году и апробирована на прошедших к тому моменту революциях в Сербии (2000), в Грузии (2003), на Украине (2004), в Кыргызстане (2005). В указанных случаях количество баллов было равно, соответственно, 9, 10, 10, 7, причем подсчет проводился с учетом двух отброшенных нами преимуществ (т. е. максимальное возможное количество баллов было равно 10). В соответствии с этим в нашем случае, при максимально возможном количестве баллов, равном 8, положим, что преимущества включаются, если их количество — не менее 5.

Таблица 4

СТРУКТУРНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

|                                                                           | Казахстан | Кыргызстан |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|
| 1. Прошлые использование масштабных фальсификаций на выборах              | 0         | 0          |
| 2. Существенное представительство оппозиции в законодательном органе      | 0         | 1          |
| 3. Большое количество студентов университетов                             | 0         | 0          |
| 4. Недавняя традиция широкомасштабных протестов                           | 0         | 1          |
| 5. Сильные региональные разногласия внутри доминирующей культурной группы | 0         | 1          |
| 6. Контроль оппозиции над местными органами власти                        | 0         | 0          |
| 7. Проникновение международных НКО, занимающихся продвижением демократии  | 1         | 1          |
| 8. Отсутствие экономики, ориентированной на экспорт энергоносителей       | 0         | 1          |
| Итого                                                                     | 1         | 5          |

Наличие тех или иных преимуществ оценивалось для Таблицы 4 экспертно. Как видно из строки «Итого», структурные преимущества включаются в модель в случае Кыргызстана, но не включаются в случае Казахстана.

### *Эмпирическая оценка протеста и репрессий*

В качестве источника информации о протестной активности была выбрана база данных ACLED (Armed Conflict Location & Event Data). В частности, база содержит данные о протестной активности и связанным с ней насилием, включая как полицейские и военные меры (репрессии государства), так и насилие со стороны протестующих. Применительно к Казахстану и Кыргызстану, ACLED описывает события начиная с начала 2018 года. В настоящее время она является одной из наиболее полных баз данных по рассматриваемой тематике. Например, база событий по Казахстану за 2021 год содержит 1 042 события.

В настоящей работе данные из этой базы агрегируются поквартально за период 2018–2024 гг.; квартал рассматривается как единичный интервал времени; тем самым имеются эмпирические данные о 28 интервалах.

Представление событий в ACLED является формализованным и частично кодированным. Для наших целей важны следующие аспекты кодировки.

Одна из характеристик события, называемая Типом события (переменная `event_type`) может принимать, в частности, значения `Protests`; `Riots`. В первом случае имеется в виду выступление без насилия со стороны протестующих, во втором — выступление с насилием. В данном исследовании протестным событием считается событие любого из этих типов. Это позволяет провести подсчет количества протестных событий, прошедших в течение рассматриваемого квартала. Среди других типов, например, `Violence against civilians`, соответствующее насилию в отношении гражданского населения со стороны полиции либо протестующих, либо иного актора.

Другая существенная для настоящей работы характеристика события — взаимодействие между вовлеченными силами.

Эта переменная может принимать, в частности, следующие значения:

- State forces-Civilians (репрессии полиции либо военных против гражданских лиц);
- State forces-Protesters (репрессии полиции либо военных против протестующих);
- State forces-Rioters (репрессии полиции либо военных против бунтующих);
- Political militia-Civilians (насилие сторонников власти по отношению к гражданским лицам).

В данном исследовании, если переменная принимает одно из этих значений, то считается, что имел место акт репрессий. Это позволяет провести подсчет количества репрессий, прошедших в течение рассматриваемого квартала. Среди других значений, например, Rioters-Civilians, описывающее насилие бунтующих над гражданскими лицами, и Protesters only, советуемое ситуации протеста без насилия.

Количество протестных событий и количество репрессий, произошедших в течение каждого из кварталов, представляют собой две эмпирических переменных, зависящих от времени.

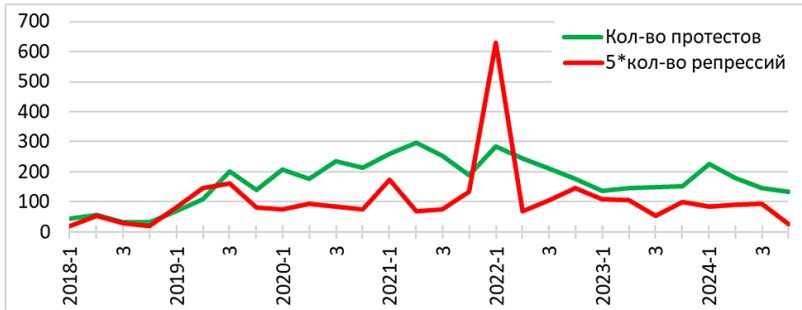
При оценке уровня протестной активности будем опираться на положение о том, что количество репрессий тем больше, чем более многочисленными были протестные события в данном квартале, и чем более они сопровождались насилием со стороны протестующих (численность участников протестного события не может быть использована для оценки уровня протестной активности, так как данные об этой численности отсутствуют для большинства событий).

Например, в случае Казахстана наиболее многочисленными были протестные события, относящиеся к попытке революции в первом квартале 2022 года. Тем не менее, как показано на Рис. 10, по количеству протестных акций данный квартал даже не является периодом максимальной активности:

он уступает 2-му кварталу предыдущего года. В то же время, по количеству репрессий «революционный» квартал значительно превосходит любой другой квартал рассматриваемого периода. Он был отмечен крупными демонстрациями и насилием со стороны протестующих, что вызвало аномально большое количество репрессий против них. Тем самым количество репрессий может служить косвенной оценкой масштаба протеста, а протестная активность является возрастающей функцией как от количества протестов  $num_{prot}$ , так и от количества репрессий  $num_{repr}$ .

В качестве конкретной функциональной спецификации примем в качестве уровня протестной активности переменную (см. Рис. 11):

$$prot_{activity} = num_{prot} + 5 \cdot num_{repr}. \quad (3)$$



**Рис. 10. Динамика количества протестов и количества репрессий в Казахстане, 2018–2024 гг.**

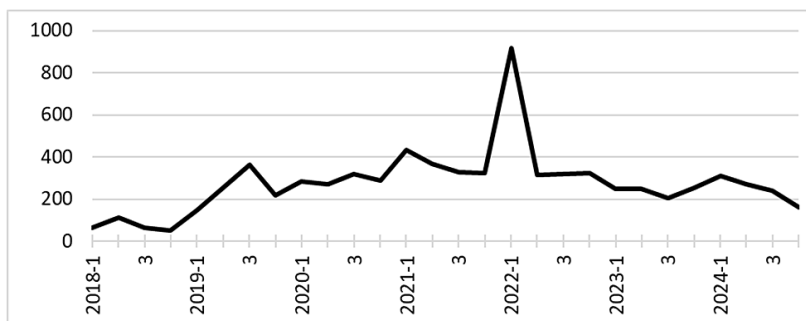


Рис. 11. Мера протестной активности в Казахстане:

$$prot_{activity} = num_{prot} + 5 \cdot num_{repr}$$

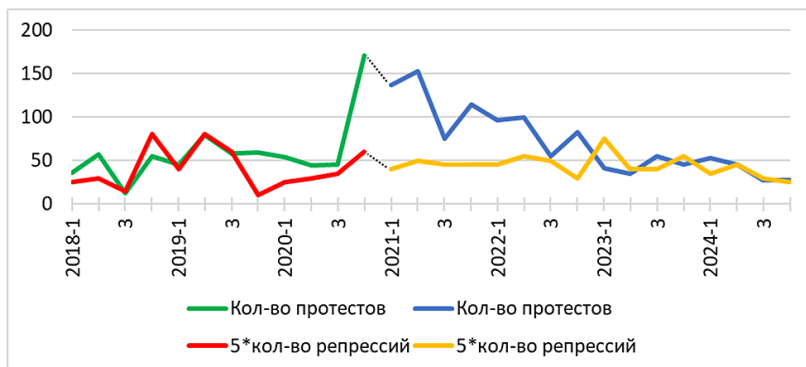


Рис. 12. Динамика количества протестов и количества репрессий в Кыргызстане.  
В 4 квартале 2020 года произошла успешная революция

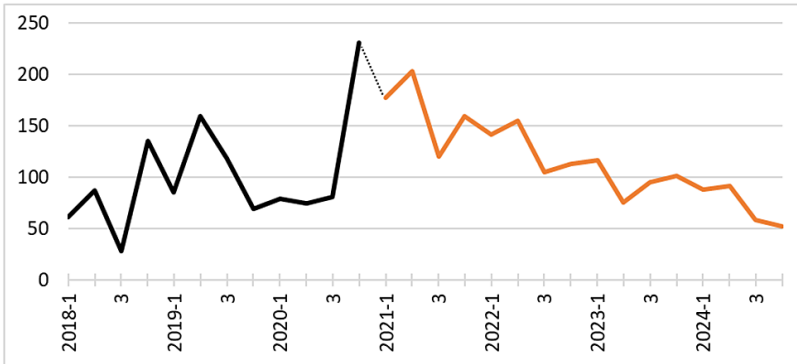


Рис. 13. Мера протестной активности в Кыргызстане

### Динамическая модель

Переменную, значение которой будет служить в качестве оценки вероятности кризисного состояния, будем называть индексом нестабильности и обозначать через  $I$ . Именно значения  $I \leq 0$  будем ассоциировать с невозможностью возникновения кризисного состояния, а положительные значения — с уровнем протестной активности  $P(t)$ :

$$P(t) = \begin{cases} I(t), & \text{при } I(t) \geq 0, \\ 0, & \text{при } I(t) < 0. \end{cases} \quad (4)$$

Здесь  $t$  — это дискретное время:  $t = 1, 2, 3, \dots$ ; в данной модели за единицу времени принят квартал. Дискретность модельного времени обусловлена тем, что значения наблюдаемых параметров состояния общества (данные социально-экономической статистики, протестная активность и репрессии) публикуются ежегодно или ежеквартально, а количество протестных событий имеет изначально дискретный характер.

Общая схема модели представлена на Рис. 14.

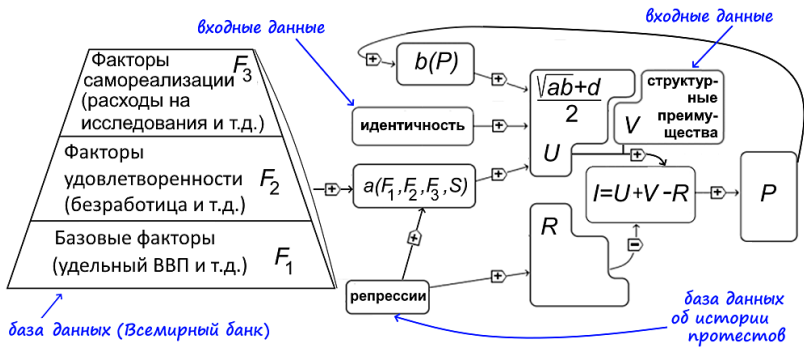


Рис. 14. Схема динамической модели

Источником данных для социально-экономических факторов, составляющих пирамиду в левой части диаграммы, является база Всемирного банка (см. Раздел 2). Под идентичностью, с учетом странового контекста, понимается религиозная идентичность (Раздел 3); исходные данные представляют собой численность зарегистрированных исламских объединений и организаций. Структурные преимущества, способствующие возникновению протеста в момент оспариваемых выборов, описаны в Разделе 4; данные о репрессиях берутся из базы ACLED (Раздел 5).

Общая логика динамической модели имеет следующий вид.

Макроэкономическое состояние системы, материальный и образовательный уровень граждан, степень удовлетворенности их духовно-нравственных и интеллектуальных запросов депривировуют определенную часть общества, что дает вклад в протестный потенциал.

Кроме того, политическая ситуация может содержать факторы, облегчающие протест (такие структурные преимущества, как проникновение международных НКО, занимающихся продвижением демократии, представительство оппозиции в законодательном органе и т. д.).

Наконец, протестный потенциал подпитывается протестами прошлых периодов. Именно эти протесты (если были относительно успешными) постепенно формируют у оппозиции веру в успех, а также протестную идентичность. Механизм усиления протестной идентичности вследствие протестной активности прошлых периодов состоит в следующем. Индивид, принимающий участие в митинге, может в ходе этого митинга познакомиться с новыми людьми и тем самым установить контакты в протестном движении. Кроме того, в разговорах с участниками митинга, слушая ораторов, он может лучше и с более позитивной стороны ознакомиться с протестным движением, его целями и идеологией. Чтобы не быть чужим в массе участников митинга, он может «надеть маску протестующего», играя роль «своего» человека в движении. Такие ролевые эпизоды прокладывают путь к истинной трансформации идентичности. Указанные три фактора приводят к тому, что к моменту следующего митинга данный индивид будет сильнее идентифицировать себя с протестным движением.

Кроме того, если в прошлые периоды власть применяла репрессии, то эти репрессии дают вклад как в депривацию (поскольку порождают гнев), так и в резистентность режима (поскольку порождают страх).

Депривация, идентичность и вера в успех формируют протестный потенциал. Соотношение между протестным потенциалом, факторами политической ситуации и резистентностью режима формирует индекс нестабильности:

$$I(t) = U(t) + V(t) - R(t). \quad (5)$$

где  $U(t), V(t), R(t)$  — переменные, описывающие, соответственно, протестный потенциал, факторы политической ситуации и резистентность режима; каждая из них варьируется в пределах от 0 до 1, причем  $U(t) + V(t) \leq 1$ .

Опираясь на подход SIMCA (Раздел 1) и опыт построения математических моделей на его основе [14], для протестного потенциала положим

$$U(t) = \frac{\sqrt{a(t)b(t)+d(t)}}{2}, \quad (6)$$

где  $a(t), b(t), d(t)$  — соответственно, гнев, вера в успех протеста и разделяемая протестующими идентичность.

В свою очередь, гнев зависит от итогового социально-экономического фактора протеста  $F(t)$ , а также от репрессий  $S(t)$ :

$$a(t) = F(t) + (1 - F(t))S(t). \quad (7)$$

Итоговый социально-экономический фактор протеста определяется через свои факторы трех уровней:

$$F(t) = \max(F_1(t-1), F_2(t-1), F_3(t-1)), \quad (8)$$

где переменные  $F_1(t-1), F_2(t-1), F_3(t-1)$  описывают депривацию по этим уровням;  $0 \leq F_i(t) \leq 1$ .

Функции  $F_i(t-1)$  представляют собой линейные комбинации факторов соответствующего уровня, более конкретно — взвешенные ранговые средние.

Так, каждый из уровней содержит по 4 переменных, т. е.

$$F_i(t-1) = \sum_{j=1}^4 w_{ij}(t-1)y_{ij}(t-1), \quad (9)$$

где  $y_{i1}, \dots, y_{i4}$  — нормализованные значения переменных  $i$ -го уровня; веса имеют вид

$$w_{ij} = \frac{\text{rank}y_{ij}}{1+2+3+4}, \quad (10)$$

а переменные ранжированы для вычисления рангов так, что

$$y_{i1} > \dots > y_{ik_i}. \quad (11)$$

Здесь используется ранговое взвешенное среднее, чтобы придать больший вес тем факторам, которые представляют большую угрозу стабильности. Например, если нормализованное значение количества коек в больницах является самым

высоким среди четырех переменных второго уровня, а нормализованное значение уровня безработицы — самым низким, то при вычислении депривации нормализованному значению количества коек придается вес  $\frac{4}{1+2+3+4} = 0,4$ , а нормализованному значению уровня безработицы — вес  $\frac{1}{1+2+3+4} = 0,1$ .

Возвращаясь к формуле (7), положим

$$S(t) = \max(s(t); kS(t-1)), \quad (12)$$

где  $k < 1$ . Например, в гипотетическом случае, когда в квартале  $t$  репрессий вообще не было, в мотивации потенциальных протестующих присутствует память о репрессии предыдущего периода, которые, однако, берутся с определенным уменьшающим коэффициентом  $k < 1$ .

Переменная  $s(t)$  в формуле (12) — это уровень репрессий в квартал  $t$  — величина, которая вычисляется путем подсчета количества репрессивных актов в ACLED с последующей нормировкой (см. подробнее Раздел 5); нормировка имеет вид  $0 \leq s(t) \leq 1$ ; отсюда следует, что  $0 \leq S(t) \leq 1$ .

Тем самым завершено описание способа эмпирического определения функции  $a(t)$ , даваемой выражением (7) и входящей в формулу (6).

Далее в формуле (6) присутствует вера в успех протестного оппозиционного движения. В соответствии с существующими эмпирическими данными о реальных протестах [3, 21], лабораторными психологическими экспериментами [22] и теоретическими положениями [23] вера в успех зависит от численности (ожидаемой либо состоявшейся на предыдущих акциях) протестующих: чем больше людей участвует, тем выше вера в успех. В модели эта зависимость описывается следующим уравнением:

$$b(t) = kb(t-1) + cP(t-1)(1 - b(t-1)). \quad (13)$$

Здесь  $k < 1$  — коэффициент, введенный выше, и  $0 < c \leq 1$ . Логика этого уравнения состоит в том, что, с одной стороны, при отсутствии «новой» протестной активности вера в успех убывает с течением времени, с другой стороны, эта протестная активность увеличивает веру в успех. Действительно, если  $P(t-1) = 0$ , то  $b(t) = kb(t-1) < b(t-1)$ . В эмпирическом плане, функция  $P(t)$  описывает агрегированный уровень протеста в интервале времени  $t$ .

Если же в интервале  $t-1$  произошла успешная революция, то в интервале  $t$  властью является бывшая оппозиция, а оппозицией является бывшая власть. Примем, что ее шансы вернуться к власти тем меньше, чем выше были шансы «старой» оппозиции на успех. Именно, положим, в этом случае, что для сторонников проигравшей власти вера в успех в следующем после революции интервале равна

$$b(t) = 1 - b(t-1), \quad (14)$$

и далее она лишь убывает:

$$b(t+1) = kb(t), b(t+2) = kb(t+1), \dots \quad (15)$$

(в этом отношении заметим, что протестная активность после победившей революции, как правило, проявляется не сторонниками поверженной власти, а другими сторонами; в этом плане, в отношении сторонников поверженной власти, формально может быть положено  $P(t) = P(t+1) = \dots = 0$ ).

Тем самым завершено описание способа эмпирического определения функции  $b(t)$ , даваемой выражением (13) и входящей в формулу (6).

Далее в формуле (6) присутствует политизированная идентичность протестующих индивидов. С учетом региональной специфики она понимается как религиозная идентичность. При этом в спецификации принята убывающая отдача от наблюдаемого показателя, обозначаемого здесь через  $relig(t)$ :

$$d(t) = \sqrt{relig(t)}. \quad (16)$$

Это сделано на основании следующих соображений. При малом значении показателя (т. е. при малом количестве религиозных организаций) даже небольшое его увеличение соответствует существенному росту религиозной идентичности. В то же время, если существующее количество религиозных организаций достаточно велико, то увеличение на то же небольшое число не вносит существенных изменений.

Показатель  $relig(t)$  описан в Разделе 3. В соответствии с эмпирическими данными, его динамика имеет вид

$$relig(t) = \begin{cases} relig_0, & \text{годы 2018 – 2020,} \\ relig_0 + h(t - 12), & \text{годы 2021 – 2023,} \end{cases} \quad (17)$$

где «12» – это номер последнего квартала 2020-го года (первый квартал 2018 года имеет номер 1).

Тем самым завершено описание способа эмпирического определения функции  $d(t)$ , даваемой выражением (16) и входящей в формулу (6). С ним завершено описание способа эмпирического определения протестного потенциала, даваемого формулой (6).

Согласно формуле (402), факторы политической ситуации описываются переменной (см. подробнее Раздел 4)

$$V(t) = struct_{advantage}(t)(1 - U(t)). \quad (18)$$

Здесь через  $struct_{advantage}$  обозначен коэффициент структурных преимуществ:

$$struct_{advantage}(t) = \begin{cases} \frac{n_{advant}}{8}, & \text{if } n_{advant} \geq 5, \text{ и в интервале } t \text{ проводятся выборы,} \\ 0, & \text{if } n_{advant} < 5, \text{ или в интервале } t \text{ не проводятся выборы,} \end{cases} \quad (19)$$

где  $n_{advant}$  — количество структурных преимуществ,  $0 \leq n_{advant} \leq 8$  (напомним, что 8 — это количество структурных преимуществ, Другими словами, в соответствии со сказанным выше, если количество структурных преимуществ равно или превышает 5, то  $V(t) > 0$  во временном интервале, когда проводятся выборы. Во всех остальных случаях (т. е. когда

количество структурных преимуществ  $n_{advant} < 5$  либо если в данном интервале выборы не проводятся, то  $V(t) = 0$ . Если  $V(t) > 0$ , то его величина — это доля от  $1 - U(t)$ , равная  $\frac{n_{advant}}{8}$ .

В рассматриваемом контексте для Казахстана  $struct_{advantage(t)} = V(t) = 0$  для всех значений  $t$ . Для Кыргызстана  $struct_{advantage(t)} = \frac{5}{8}$  для  $t = 12$  (четвертый квартал 2020 года) и  $struct_{advantage(t)} = V(t) = 0$  для всех остальных значений  $t$  (см. подробнее в Разделе 4).

В формуле (5), переменная, описывающая резистентность режима  $R(t)$  полагается определяемой репрессиями (с учетом остаточного влияния репрессий прошлых периодов):

$$R(t) = S(t). \quad (20)$$

Система уравнений (4)–(20) представляет собой нелинейную динамическую модель, описывающую динамику протестной активности.

Входными данными для нее являются эмпирически определяемые временные ряды для функций  $F(t)$ ,  $s(t)$ .

Кроме того, модель содержит четыре свободных параметра, которые подбираются так, чтобы обеспечить близость эмпирического ряда для протестной активности и переменной  $P(t)$ , даваемой формулой (4). К числу этих четырех параметров относятся:

–  $k$  (постоянная, описывающая остаточное влияние переменных позапрошлого интервала; например, если в прошедшем интервале не было репрессий, то в какой мере в текущем интервале сохраняются гнев и страх от репрессий позапрошлого интервала — см. формулы (12));

–  $c$  (постоянная, описывающая, в какой мере протестная активность в прошлом интервале способна поднять веру в успех в текущем интервале — см. формулу (410)),

– постоянные  $relig_0, h$ , описывающие эмпирическую динамику религиозной идентичности.

Исходя из требования близости эмпирического ряда для протестной активности и модельной переменной  $P(t)$ , для обеих стран были приняты следующие значения этих параметров:

$$k = 0,9; c = 0,8; relig_0 = 0,1; h = 0,1. \quad (21)$$

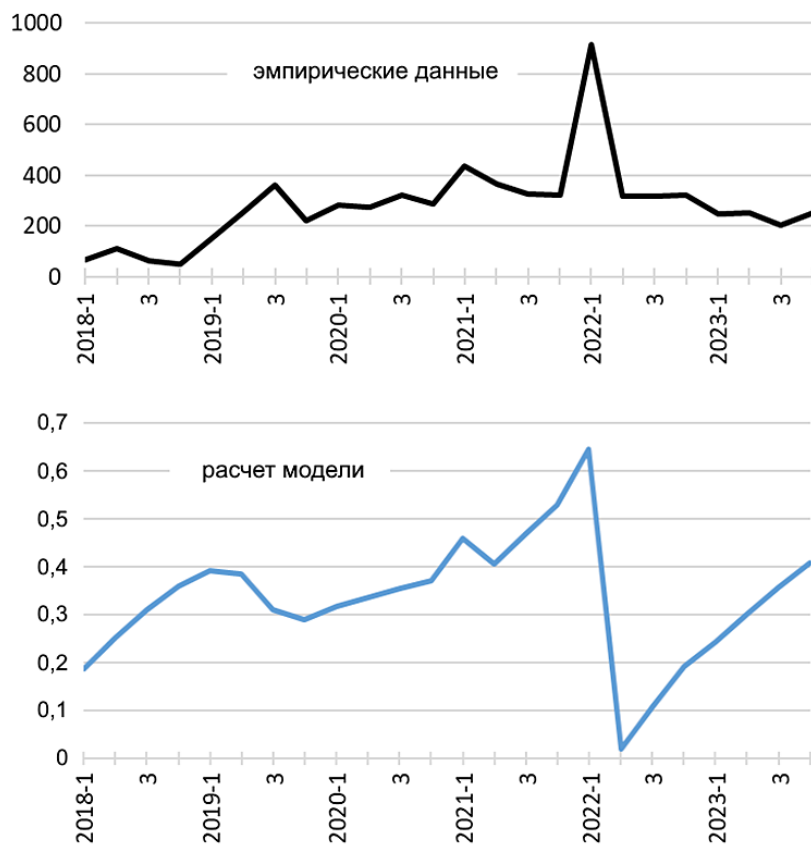
### *Результаты моделирования*

Результаты моделирования для Казахстана и Кыргызстана представлены на Рис. 15 и Рис. 16. Приведенные графики показывают, что модель в обоих случаях верно описывает расположение главного пика, т. е. квартал с максимальной протестной активностью: попытка революции в 1 квартале 2022 года в Казахстане и успешная революция в 4 квартале 2020 года в Кыргызстане.

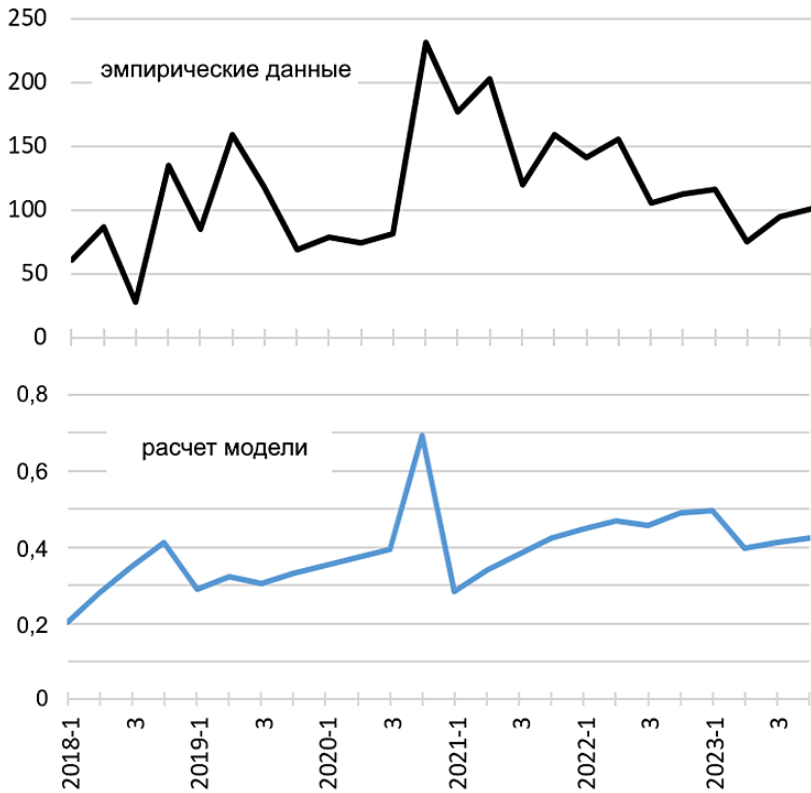
При этом как расположение, так и само существование главного пика в случае Кыргызстана является ожидаемым, поскольку именно в 4 квартале 2020 года проходили выборы, что привело к активизации факторов политической ситуации (см. Раздел 4).

Главный пик в случае Казахстана имеет место во многом благодаря росту религиозной идентичности (в терминах модели: благодаря тому, что параметр роста идентичности  $h$  является не нулевым). Расположение этого пика определяется, главным образом, локальным пиком итогового фактора социально-экономического развития. Напомним, что триггером для данной протестной кампании (фактически для попытки революции) послужило резкое повышение цен на газ.

Второстепенные пики описываются в модели менее успешно, чем основной пик. Тем не менее, например, для Казахстана (см. Рис. 15) пик в 1 квартале 2021 года присутствует как в модели, так и в эмпирических данных. Для Кыргызстана модель



**Рис. 15. Протестная активность в Казахстане:  
эмпирические данные и расчет модели**



**Рис. 16. Протестная активность в Кыргызстане:  
эмпирические данные и расчет модели**

верно показывает, например, малые пики активности в 4 квартале 2018 года и 2 квартале 2019, хотя эти пики являются гораздо более выраженными в эмпирических данных, чем в модели.

Общая тенденция в период перед основным пиком также описывается в целом верно: для Казахстана 2018 год начинается с небольшого роста, который переходит в слабо выраженную «яму с поднимающимся дном», которая заканчивается малым пиком в 1 квартале 2019 г. Определенное сходство в общей тенденции можно увидеть и в сравнении эмпирических и модельных данных для Кыргызстана.

Сушественно хуже модель описывает интервалы после главного пика. Так, в расчетах получается слишком резкий (более резкий, чем в эмпирических данных) спад протестной активности после его пика. Следующий за ним рост протестной активности в Казахстане возникает в модели ввиду продолжающегося роста религиозной идентичности.

Хуже всего модель описывает период после победы революции в Кыргызстане. Это является ожидаемым, поскольку модель строилась на теоретических основаниях, разработанных для описания предреволюционного периода (а не послереволюционного). Моделирование послереволюционного процесса потребовало бы содержательного исследования ряда новых вопросов. Например, в какой мере население атрибутирует экономические трудности новому правительству? Являются ли протесты после смены власти продолжением тех протестов, которые были до победы революции?

Другими словами, модель построена для описания процесса формирования протестного потенциала, а не динамики протеста после того, как этот потенциал реализовался в виде успешной или неуспешной революции.

## ***Заключение***

Таким образом, в настоящей работе построена математическая модель, описывающая динамику социально-политической стабильности в среднесрочной перспективе.

Отметим упрощения предложенной математической модели, которые ограничивают область ее применения.

1. Рассматривается противоборство только двух сил: государственных институтов и протестующих. Модель не учитывает возможность существования нескольких независимых оппозиционных движений. Более того, даже в случае, когда несколько движений объединились в единую оппозицию, различия между ними могут оказывать влияние на динамику процесса. Модель не учитывает это.

2. Если революция приводит к смене власти, то в результате этого прошлая оппозиция (либо часть ее) становится новой властью, а новая оппозиция может формироваться, например, из сторонников прежней власти, возможно, из каких-то малых фракций прежней оппозиции. Значения идентичности, веры в успех, гнева и прочих характеристик новой оппозиции не совпадают со значениями прежней оппозиции. Строго говоря, эта ситуация требует отдельного описания в каждом конкретном случае, поскольку общая теории протестного потенциала непосредственно после смены власти на сегодняшний день отсутствует. Более того, если революция потерпела поражение, и послереволюционная «оппозиция» фактически совпадает с дореволюционной оппозицией, то ее протестный потенциал оказывается в значительной степени разрушенным, что также требует отдельной теории и отдельного описания. Решения, предложенные в данной математической модели, являются частичными и в недостаточной степени теоретически обоснованными. Таким образом, модель предназначена, в первую очередь, для описания дореволюционного периода; при этом

результаты моделирования для послереволюционного периода являются менее надежными.

3. В соответствии с моделью, уровень протестной активности в квартале  $t$  зависит от значений ряда показателей в квартале  $t - 1$ , а также от значения социально-экономического фактора в квартале  $t$ . Эти зависимости являются принципиальными, т. е. уровень протестной активности не может быть представлен как функция лишь от прошедших периодов.

Например, резкий подъем активности 2022 года в Казахстане начался 2 января, причем триггером и значимым фактором протеста было значительное повышение цен на сжиженный газ с 1 января. Таким образом, данные о социально-экономическом и политическом положении страны в предыдущем квартале, т. е. IV квартале 2021 года, не позволяют сделать вывод об активности в следующем, I квартале 2022 года. Модель учитывает это повышение цен следующим образом. Повышение цены на сжиженный газ стало одним из драйверов инфляции, которая выросла с 8 % в 2021 году до 15 % в 2022. В терминах модели это повышение инфляции привело к существенному повышению социально-экономического фактора протеста: с 0,62 в 2021 году до 0,79 в 2022. Таким образом, модель корректно описывает причины протестной кампании, однако указанные данные об инфляции стали доступны более чем через год после нее (данные об инфляции за 2022 год стали известны лишь в 2023 году).

Отсюда следует, что прогностические возможности модели являются сценарными, т. е. обусловленными значениями независимых переменных. Например, возможны прогнозы вида «если в следующем квартале все показатели останутся на уровне последнего квартала, для которого имеются статистические данные, то... Если же инфляция повысится до 15 %, а прочие показатели останутся прежними, то...» и т. д.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Francisco R. A.* Theories of Protest and the Revolutions of 1989 // American Journal of Political Science. 1993, vol. 37, № 3. P. 663-680. DOI: 10.2307/2111569.
2. *Kuran T.* Now out of never: The element of surprise in the East European revolution of 1989 // World politics. 1991, vol. 44, № 1. P. 7-48. DOI: 10.2307/2010422.
3. *Klandermans B.* Mobilization and participation: Social-psychological expansions of resource mobilization theory // American sociological review. 1984, vol. 49, № 5. P. 583-600. DOI: 10.2307/2095417.
4. *Van Zomeren M., Postmes T., Spears R.* Toward an integrative social identity model of collective action: A quantitative research synthesis of three socio-psychological perspectives // Psychological bulletin. 2008, vol. 134, № 4. P. 504-535. DOI: 10.1037/0033-2909.134.4.504.
5. *Ayanian A. H., Tausch N.* How risk perception shapes collective action intentions in repressive contexts: A study of Egyptian activists during the 2013 post-coup uprising // The British journal of social psychology. 2016, vol. 55, № 4. P. 700-721. DOI: 10.1111/bjso.12164.
6. *Adam-Troian J., Bonetto E., Arciszewski T.* “We shall overcome”: First-person plural pronouns from search volume data predict protest mobilization across the United States // Social Psychological and Personality Science. 2021, vol. 12, № 8. P. 1476-1485. DOI: 10.1177/1948550620987672.
7. *Ахременко А. С., Петров А. П.* Гнев, идентичность или вера в успех? Динамика мотивации и участия в белорусских протестах 2020 года // Полис. Политические исследования. 2023, № 2. С. 138-153. DOI: 10.17976/jpps/2023.02.10. EDN: WFAEBT.
8. *Korotayev A., Zinkina J.* Egyptian revolution: a demographic structural analysis // Entelequia. Revista Interdisciplinar. 2011, № 13. P. 139-169.
9. *Davies J.* Toward a Theory of Revolution // American Sociological Review. 1962, № 27. P. 5-19. DOI: 10.2307/2089714.
10. *Устюжанин В. В., Сумерников И. А., Гринин Л. Е., Коротаев А. В.* Урбанизация и революции: количественный анализ // Социологические исследования. 2022, № 10. С. 85-95. DOI: 10.31857/S013216250018478-8. EDN: WSMVJE.
11. *Goldstone J. A.* The generations of revolutionary theory revisited: new works and the evolution of theory // Critical Sociology. 2024, vol. 50, № 6. P. 1069-1086. DOI: 10.1177/0896920524124180.

12. *Petrovskii S., Shishlenin M., Glukhov A.* Understanding street protests: from a mathematical model to protest management // *PLoS ONE* 20(4): e0319837. 2025. DOI: 10.1371/journal.pone.0319837.
13. *Proncheva O.* A Model of Propaganda Battle with Individuals' Opinions on Topics Saliency // Conference: 2020 13th International Conference "Management of large-scale system development" (MLSD). 2020, Moscow, Russia. P. 1-4. DOI: 10.1109/MLSD49919.2020.9247796. EDN: SCPREB.
14. *Petrov A., Akhremenko A., Zheglov S.* Dual Identity in Repressive Contexts: An Agent-Based Model of Protest Dynamics // *Social Science Computer Review*. 2023, vol. 41, № 6. P. 2249-2273. DOI: 10.1177/08944393231159953. EDN: LPVEKT.
15. *Chkhartishvili A. G., Gubanov D. A., Novikov D. A.* Social Networks: Models of information influence, control and confrontation. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2019. 158 p. DOI: 10.1007/978-3-030-05429-8.
16. *Kozitsin I. V., Gubanov A. V., Sayfulin E. R., Goiko V. L.* A nontrivial interplay between triadic closure, preferential, and anti-preferential attachment: New insights from online data // *Online Social Networks and Media*. 2023, vol. 34-35, № 8. arXiv: 2210.00738. DOI: 10.48550/arXiv.2210.00738. EDN: UYCKWU.
17. *Inglehart R.* The Silent Revolution: Changing Values and Political Styles Among Western Publics. Princeton Legacy Library. 1977. 481p.
18. World Bank Open Data [сайт]. URL: <https://data.worldbank.org/> (дата обращения: 21.10.2025).
19. *Nugent E.* The Psychology of Repression and Polarization // *World Politics*. 2020, vol. 72, № 2. P. 291-334. DOI: 10.1017/S0043887120000015.
20. Armed Conflict Location & Event Data [сайт]. URL: <https://acleddata.com/> (дата обращения: 21.10.2025).
21. *Klavina L., van Zomeren M.* Protesting to protect “us” and/or “them”? Explaining why members of third groups are willing to engage in collective action // *Group Processes & Intergroup Relations*. 2020, vol. 23, № 1. P. 140–160. DOI: 10.1177/1368430218796930.
22. *Robbins B., Pfaff S., Matsueda R.* Affect, Efficacy, and Protest Intentions: Testing a Multilevel, Dual-Pathway Model of Collective Action // *Social Psychology Quarterly*. 2025. DOI: 10.1177/01902725251331032.
23. *Bernburg J. G.* Collective Action and the Self-Fulfilling Prophecy: The Case of the Panama Papers Protest in Iceland // *European Sociological Review*. 2022, vol. 38, № 2. P. 304–320. DOI: 10.1093/esr/jcab051.

## **Сведения об авторах**

### **Петров Александр Пхоун Чжо**

Доктор физико-математических наук, главный научный  
сотрудник Института проблем управления  
им. В.А. Трапезникова РАН.

Тел.: 8-916-502-38-55

AuthorID: 15671

SPIN-код: 1045-0121

Researcher ID: R-6729-2016

### **Демиденко Сергей Владимирович**

Кандидат исторических наук, декан факультета политических  
исследований ИОН РАНХиГС.

Тел.: 8-916-505-91-22

AuthorID: 922365

SPIN-код: 4799-5751

### **Маргулис Сергей Борисович**

Кандидат политических наук, старший преподаватель кафедры  
политологии и политического управления ИОН РАНХиГС.

Тел.: 8-915-307-75-30

AuthorID: 1047301

SPIN-код: 6768-0676

DOI: 10.19181/4m.2025.34.2.3

**MEDIUM-TERM FORECASTING OF SOCIO-POLITICAL  
STABILITY: A MATHEMATICAL MODEL AND ITS  
APPLICATION TO TWO CASES**

**Petrov Alexander Phoeun Zho**

V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences  
of Russian Academy of Sciences,  
Moscow, Russia  
petrov.alexander.p@yandex.ru  
ORCID: 0000-0001-5244-8286

**Demidenko Sergey Vladimirovich**

Russian Presidential Academy of National Economy  
and Public Administration,  
Moscow, Russia  
demidenko-sv@ranepa.ru  
ORCID: 0000-0002-6519-9474

**Margulis Sergey Borisovich**

Russian Presidential Academy of National Economy  
and Public Administration,  
Moscow, Russia  
margulis-sb@ranepa.ru  
ORCID: 0000-0003-0674-2550

**For citation:** Petrov A.P., Demidenko S.V., Margulis S.B. Medium-Term Forecasting of Socio-Political Stability: a Mathematical Model and its Application to Two Cases, *Sotsiologiya: 4M (Sociology: methodology, methods, mathematical modeling)*, 2025, no. 61, p. 117-164. DOI: 10.19181/4m.2025.34.2.3.

**Abstract.** A mathematical model describing the dynamics of socio-political stability in the medium term has been developed. The main variable of the model is the level of protest activity, the empirical analogue of which is a linear combination of the number of protests and the number of repressions per unit of time. In describing the protest factors, the model

takes into account the socio-economic prerequisites, and in describing the protest dynamics, the SIMCA approach is used. The model has been tested on two examples: the dynamics of protest activity in Kazakhstan and Kyrgyzstan from 2018 to 2023. It has been shown that in these cases, the model correctly describes the time of the main peaks of activity corresponding to the crisis of 2022 in Kazakhstan and the revolution of 2020 in Kyrgyzstan. The unit of time in the model is a quarter. The predictive capabilities of the model extend to the next quarter and are scenario-based, i.e. as input, the forecast requires an estimate of variables such as the inflation rate and the unemployment rate for the projected quarter.

**Keywords:** protests, revolutions, mathematical modeling, SIMCA, Kazakhstan, Kyrgyzstan, ACLED database, identity

## References

1. Francisco R.A. Theories of Protest and the Revolutions of 1989, *American Journal of Political Science*, 1993, vol. 37, no. 3, p. 663-680. DOI: 10.2307/2111569.
2. Kuran T. Now out of never: The element of surprise in the East European revolution of 1989, *World politics*, 1991, vol. 44, no. 1, p. 7-48. DOI: 10.2307/2010422.
3. Klandermans B. Mobilization and participation: Social-psychological expansions of resource mobilization theory, *American sociological review*, 1984, vol. 49, no. 5, p. 583-600. DOI: 10.2307/2095417.
4. Van Zomeren M., Postmes T., Spears R. Toward an integrative social identity model of collective action: A quantitative research synthesis of three socio-psychological perspectives, *Psychological bulletin*, 2008, vol. 134, no. 4, p. 504–535. DOI: 10.1037/0033-2909.134.4.504.
5. Ayanian A.H., Tausch N. How risk perception shapes collective action intentions in repressive contexts: A study of Egyptian activists during the 2013 post-coup uprising, *The British journal of social psychology*, 2016, vol. 55, no. 4, p. 700–721. DOI: 10.1111/bjso.12164.
6. Adam-Troian J., Bonetto E., Arciszewski T. “We shall overcome”: First-person plural pronouns from search volume data predict protest mobilization across the United States, *Social Psychological and*

- Personality Science*, 2021, vol. 12, no. 8, p. 1476-1485. DOI: 10.1177/1948550620987672.
7. Akhremenko A.S., Petrov A.P. Anger, identity or efficacy belief? Dynamics of motivation and participation in 2020 Belarusian protests (in Russian), *Polis. Political Studies*, 2023, no. 2, p. 138-153. DOI: 10.17976/jpps/2023.02.10.
  8. Korotayev A., Zinkina J. Egyptian revolution: a demographic structural analysis, *Entelequia. Revista Interdisciplinar*, 2011, no. 13, p. 139-169.
  9. Davies J. Toward a Theory of Revolution, *American Sociological Review*, 1962, no. 27, p. 5–19. DOI:10.2307/2089714.
  10. Ustyzhanin V.V., Sumernikov E.A., Grinin L.Ye., Korotayev A.V. Urbanization and Revolutions: a Quantitative Analysis (in Russian), *Sociological Studies*, 2022, no. 10, p. 85–95. DOI: 10.31857/S013216250018478-8.
  11. Goldstone J.A. The generations of revolutionary theory revisited: new works and the evolution of theory, *Critical Sociology*, 2024, vol. 50, no. 6, p. 1069-1086. DOI: 10.1177/0896920524124180.
  12. Petrovskii S., Shishlenin M., Glukhov A. Understanding street protests: from a mathematical model to protest management, *PLoS ONE* 20(4): e0319837. 2025. DOI: 10.1371/journal.pone.0319837.
  13. Proncheva O. “A Model of Propaganda Battle with Individuals’ Opinions on Topics Saliency”, in: *2020 13th International Conference "Management of large-scale system development" (MLSD)*, 2020, Moscow, Russia. P. 1-4. DOI: 10.1109/MLSD49919.2020.9247796.
  14. Petrov A., Akhremenko A., Zheglov S. Dual Identity in Repressive Contexts: An Agent-Based Model of Protest Dynamics, *Social Science Computer Review*, 2023, vol. 41, no. 6, p. 2249-2273. DOI: 10.1177/08944393231159953.
  15. Chkhartishvili A.G., Gubanov D.A., Novikov D.A. *Social Networks: Models of information influence, control and confrontation*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2019. 158 p. DOI: 10.1007/978-3-030-05429-8.
  16. Kozitsin I.V., Gubanov A.V., Sayfulin E.R., Goiko V.L. A nontrivial interplay between triadic closure, preferential, and anti-preferential attachment: New insights from online data, *Online Social Networks and Media*, 2023, vol. 34-35, no. 8. arXiv: 2210.00738. DOI: 10.48550/arXiv.2210.00738.

17. Inglehart R. *The Silent Revolution: Changing Values and Political Styles Among Western Publics*. Princeton Legacy Library. 1977. 481p.
18. *World Bank Open Data* [site]. URL: <https://data.worldbank.org/> (date of access: 21.10.2025).
19. Nugent E. The Psychology of Repression and Polarization, *World Politics*, 2020, vol. 72, no. 2, p. 291-334. DOI: 10.1017/S0043887120000015.
20. *Armed Conflict Location & Event Data* [site]. URL: <https://acleddata.com/> (date of access: 21.10.2025).
21. Klavina L., van Zomeren M. Protesting to protect “us” and/or “them”? Explaining why members of third groups are willing to engage in collective action, *Group Processes & Intergroup Relations*, 2020, vol. 23, no. 1, p. 140–160. DOI: 10.1177/1368430218796930.
22. Robbins B., Pfaff S., Matsueda R. Affect, Efficacy, and Protest Intentions: Testing a Multilevel, Dual-Pathway Model of Collective Action, *Social Psychology Quarterly*, 2025. DOI: 10.1177/01902725251331032.
23. Bernburg J.G. Collective Action and the Self-Fulfilling Prophecy: The Case of the Panama Papers Protest in Iceland, *European Sociological Review*, 2022, vol. 38, no. 2, p. 304–320. DOI: 10.1093/esr/jcab051.

## **Information about the authors**

### **Alexander Phoeun Zho Petrov**

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Chief Researcher of the  
V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy  
of Sciences.

AuthorID: 15671

SPIN-code: 1045-0121

Researcher ID: R-6729-2016

### **Sergey Vladimirovich Demidenko**

Candidate of Historical Sciences, Dean of the Faculty of Political Studies  
at the Institute of Social Sciences of the Russian Presidential Academy  
of National Economy and Public Administration.

AuthorID: 922365

SPIN-code: 4799-5751

### **Sergey Borisovich Margulis**

Candidate of Political Sciences, Senior Lecturer at the Department of Political  
Science and Political Management at the Institute of Social Sciences  
of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public  
Administration.

AuthorID: 1047301

SPIN-code: 6768-0676