

К ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РАНЖИРОВАНИЯ ФАКТОРОВ ДЕСТАБИЛИЗАЦИИ*

Илья Александрович Медведев

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Патрик С. Соьер

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Андрей Витальевич Коротаев

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»;

Институт Африки РАН

Данная статья во многом является продолжением нашей прошлой работы по ранжированию предикторов различных измерений нестабильности. В данной работе предпринята попытка провести более глубокую проработку предыдущих исследований и усовершенствовать методологию проводимого исследования. На основе анализа опыта предыдущих исследований в данной работе применен метод оценки предикторов с использованием методов машинного обучения на двух уровнях. В первую очередь были проанализированы факторы, которые приводят к нестабильности вообще, во вторую очередь – отдельно проанализированы факторы, которые влияют на интенсивность генерируемой нестабильности. Анализ проводился на основании двух типов нестабильности: массовых протестов и террористических актов. Была модернизирована система оценки предикторов для ненасильственной и насильственной дестабилизации и разработана двухуровневая модель для ранжирования факторов нестабильности. Модель первого уровня оценивает вероятность возникновения хотя бы одного случая нестабильности и составляет оценки. Модель второго уровня использует предсказанные значения модели первого уровня и оценивает интенсивность предполагаемой нестабильности. Таким образом, в оценку факторов включено как влияние переменной на возникновение нестабильности, так и влияние переменной на ин-

* Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 18-18-00254).

тенсивность исследуемого типа нестабильности. После этого с помощью векторов Шепли были оценены все предикторы финальной модели и им была дана количественная оценка. Были проанализированы различные подвыборки: мир в целом, мир-системное ядро и периферия, а также отдельно была проанализирована афразийская зона нестабильности. Результат показал, что разделение изначальной базы данных на мир-системные зоны и отдельное выделение афразийской зоны имело смысл. Различные подвыборки демонстрировали различный набор предикторов, связанных с тем или иным типом нестабильности. Однако можно выделить несколько особенностей каждой из зон. В странах мир-системного ядра основными предикторами нестабильности оказывались социальное неравенство, изменения в уровне дохода государства и некоторые структурно-демографические характеристики. В то же время для стран мир-системной периферии основными предикторами нестабильности выступали переменные, отражающие общую нестабильность государства, в частности, возраст государства, время действующего режима. Для афразийской зоны характерны черты как центра, так и периферии. В частности, афразийская зона демонстрирует в качестве основных предикторов нестабильности наличие большого социально-культурного расслоения и угнетения различных меньшинств в стране. Также немаловажным фактором в афразийской зоне оказывается повышенная доля молодежи, однако в отличие от ядра в увеличении нестабильности играет роль только образованная урбанизированная молодежь.

Введение

Использование современных методов машинного обучения для анализа социально-политических данных является достаточно новым методологическим направлением. Начиная с конца XX в. авторы начали использовать более продвинутые регрессионные модели в своих работах, а также постепенно внедрять методы машинного обучения для анализа большого количества независимых переменных. Проводятся активные исследования политической нестабильности с использованием методов машинного обучения. Так, Л. Кодерман и Н. Вайдман (Cederman, Weidmann 2017) анализируют частоту появления вооруженных конфликтов, сопоставляя

точность предсказания конфликтов с точностью предсказания различных природных катаклизмов. Авторы приходят к выводу, что модели вполне способны предсказывать ход конфликтов или появление конфликтов на небольшом отрезке времени. В то же время предсказания на длительный срок, по их мнению, являются очень сомнительными и иногда работают не лучше подбрасывания монетки.

Данную точку зрения поддерживают Х. Мюллер и К. Раух, которые делали попытки использовать машинное обучение для анализа текстов новостных сообщений (Mueller, Rauh 2018). Впоследствии они пробовали использовать эти данные для их систематизации и попытки предсказать появление вооруженного конфликта. Работа этих авторов является примером использования современных методов в комбинации с устоявшимися методами. Авторы использовали машинное обучение для генерации новых переменных, которые отвечали за интенсивность протестных настроений в СМИ, впоследствии апробируя данные переменные в панельных регрессионных моделях.

Начиная с середины прошлого века происходит сильный всплеск интереса к изучению нестабильности в различных регионах мира. Активно изучаются причины, виды, последствия нестабильности (см., например: Goldstone *et al.* 2010; 2014; Коротаяев и др. 2017). Было отмечено, что проявления нестабильности, особенно в больших странах, можно наблюдать практически каждый год (Ortiz *et al.* 2013); но в то время как, например, наличие одного протеста не говорит о наличии реальной нестабильности в стране, наличие террористических атак может уже быть достаточно значимым для любой страны. Таким образом, возникла необходимость в квантификации различных типов нестабильности, чтобы иметь возможность отделять одни факты политического насилия от других, разделяя их по степени опасности и своим последствиям. Одной из самых серьезных попыток в квантификации актуальной нестабильности является работа создателей базы *CNTS (Cross National Time Series Database)*, разделивших актуальную нестабильность на 8 различных категорий (Banks, Wilson 2020).

Стоит отдельно отметить монографию А. Басучоудхари и его коллег (Basuchoudhary *et al.* 2017). В работе авторы используют методы машинного обучения для предсказания экономического ро-

ста. Основной интерес для данной книги связан с методологическим аспектом исследования данной тематики. В первую очередь авторы уделяют большое внимание подготовке и обработке переменных. Поскольку в задачи статьи входило не только предсказание экономического роста, но и интерпретация полученных результатов, авторы предварительно обрабатывали переменные с помощью факторного анализа. Авторы использовали данный подход для редуцирования большого количества изучаемых переменных до нескольких измерений, что позволило бы изучать именно более сильные факторы экономического роста. Собирались несколько агрегированных индексов, отвечающих за показатели нестабильности, монетарной политики государства, политического устройства и так далее. Поскольку исследуемые переменные были агрегатами более 4 баз данных, в своем исследовании авторы посвятили отдельную главу заполнению пропущенных данных. Их подход заключался в присвоении медианных значений пропущенным переменным. Данный метод можно было бы заменить использованием также моделей машинного обучения или отдельными статистическими пакетами.

Далее авторы проводили анализ, реализуя несколько регрессионных моделей и моделей машинного обучения, сравнивая полученные показатели. В качестве основной метрики качества моделей использовался показатель MSE (средняя квадратичная ошибка) для моделей, предсказывающих объем роста, и AUC (площадь под ROC кривой) для моделей, предсказывающих, будет ли экономический рост (авторы использовали несколько разделений на наличие или отсутствие экономического роста). Для проверки своих прогнозов они отделяли случайным образом 20 % своей базы данных. Отбор наблюдений проверялся на равномерность по годам и странам для избегания смещения в полученных результатах. Для анализа переменных авторы использовали подход по визуализации предельных эффектов в моделях машинного обучения, называемых *partial dependencies plots*. Анализируя определенные факторы, авторы применяли отдельные модели, которые использовали переменные, включенные только в этот фактор. Таким образом, авторам удалось не только проанализировать отдельные факторы, влияющие на экономический рост, но и рассмотреть характер влияния

отдельных переменных, включенных в эти факторы, хотя авторы и отмечают, что данный подход является спорным.

Использование методов машинного обучения непосредственно для предсказания нестабильности можно встретить у К. Перри (Perry 2013). В большой степени данная работа основывается на работе ООН по предсказанию конфликтов, пытаясь улучшить результат, который она получила. В данной работе авторы тестируют работу только двух моделей: наивный классификатор Байеса и модель *Random Forest* (случайного леса). В качестве исследуемых объектов авторы ограничились набором из 55 развивающихся стран. Основные предикторы для моделей были ими взяты из баз данных ООН, в особенности БД Всемирного банка. Перед авторами не стояла задача по широкому ранжированию факторов, влияющих на вооруженные конфликты, поэтому для модели использовалось только 8 переменных, отражающих экономический рост, уровень нестабильности за предыдущие годы, демографическую ситуацию в регионе и т. д. В качестве основной метрики оценки моделей авторы использовали индикатор *accuracy* (процент правильно предсказанных случаев). Для оценки уровня влияния переменных они использовали метрику вклада переменной в обучение модели (данная метрика показывает, насколько данная конкретная переменная позволила уменьшить обучаемую функцию ошибок). Также авторами оценивались графики темпов обучения модели, чтобы отсеять переобучение модели и выбрать наилучшие итерации. Модели показали очень хорошие результаты в более чем 80 % правильно предсказанных случаев. Стоит, правда, отметить, что используемая база данных имела неравномерное распределение зависимых переменных. Анализируя полученные результаты, авторы отмечают, что наибольшей силой среди всех факторов обладали переменные, связанные с нестабильностью за предыдущий год.

Также стоит обратить внимание на большую работу, проведенную коллективом авторов, по сравнению двух систем предсказания больших политических событий: *GDELT – Global Data on Events, Location and Tone* и *ICEWS – Integrated Conflict Early Warning System* (Arva et al. 2013). И хотя целью двух этих систем является не только предсказание политической нестабильности, особо интересным для нас является разбор методологических основ, которые использовались в основе построения двух этих систем. Они репли-

цировали работу двух этих систем. Наиболее интересным аспектом работы является репликация авторами системы предсказания ICEWS, поскольку она построена на основе соединения двух различных моделей машинного обучения. Авторы реплицировали как случайный лес, так и ADAboost-модели. Поскольку они не знали точной спецификации, они рассматривали несколько вариантов работы с переменными. Их анализ показал, что использование нескольких видов факторного анализа хорошо показало свою работоспособность для моделей случайного леса, в то же время бустинговые модели действовали значительно лучше с нефакторизованными данными. Также уменьшение размерности шкал переменных значительно изменяло результаты и имело смысл в нескольких случаях при применении ADAboost. Понимание связанных атрибутов данных, которые могут влиять на изменения во временных рядах, является сложной задачей, которая имеет решающее значение для получения точных прогнозов. Одним из конкретных приложений, представляющих ключевой интерес, является понимание факторов, которые связаны с прогнозированием событий на основе онлайн-новостных сообщений мировых информационных агентств. Авторы сравнивали традиционные модели авторегрессионных скользящих средних с более поздними стратегиями глубокого обучения, использующими рекуррентные нейронные сети с длительной кратковременной памятью. Их данные показали, что последние способны достигать более низких частот ошибок.

В долгосрочной перспективе увеличение числа протестов и социальных движений обычно является результатом экономических и общественных изменений, которые увеличивают склонность людей к протестным настроениям. Исследования показывают, что уровень душевого ВВП положительно коррелирует с уровнем антиправительственных протестов (Коротаев, Билюга, Шишкина 2017; Nam 2007; Brancati 2013; Su 2015; Ang *et al.* 2014; Korotayev *et al.* 2018). Действительно, используя показатели экономического роста, мы обнаруживаем, что в развивающихся обществах с экономическим ростом происходит ряд важнейших трансформаций, что объясняет рост там числа протестов.

Экономический рост в полностью авторитарных странах, выражаемый в росте душевого ВВП, приводит к усилению движения за демократию и, как результат, к более высокой интенсивно-

сти антиправительственных демонстраций. Это происходит потому, что по мере развития страны ее население становится все менее терпимым к репрессивности режима (см., например: Lipset 1959; Voix 2011; Epstein *et al.* 2006). Авторитарные режимы составляют большинство стран с низким подушевым ВВП, и усиливающееся давление демократических сил на режим по мере экономического роста в некоторой мере объясняет тесную корреляцию между ВВП на душу населения и протестной активностью в странах с низкими и средними доходами.

А. Пшеворски и Ф. Лимонги (Przeworski, Limongi 1997) предложили несколько иное объяснение. Они показали: несмотря на то, что режим может стать более демократическим с примерно одинаковой вероятностью при любом уровне экономического развития, те режимы, которые характеризуются более высоким уровнем экономического развития, с большей вероятностью остаются демократическими.

Стоит отметить, что эти два объяснения не обязательно являются взаимоисключающими. Дополняя друг друга, они неплохо объясняют, почему в более экономически развитых странах интенсивность антиправительственных демонстраций в среднем значимо выше, чем в экономически менее развитых странах*. Дело в том, что в интервале до 20 000 долларов на душу населения увеличение ВВП закономерно коррелирует с постепенным уменьшением числа авторитарных режимов и увеличением числа демократических и гибридных режимов, для которых характерна меньшая склонность к подавлению протестов.

Позитивная корреляция между подушевым ВВП в интервале до 20 000 долларов и интенсивностью протестов может также объясняться сильной положительной корреляцией между уровнем формального образования и экономическим ростом, особенно на начальных уровнях процесса модернизации (Коротаев и др. 2007; Коротаев, Халтурина 2010; Вагго 1991; Venos, Zotou 2014). Экономический рост позволяет странам увеличить расходы на образование, что в результате приводит к росту охвата населения современным

* Более того, обе теории вписываются в более широкий контекст теории социальных движений, в центре которой значимость политических прав, оппозиционных партий и гражданского общества для расширения социальных движений (Tilly, Wood 2009: 137–139; Tilly 1995).

формальным образованием, притом что на поздних стадиях модернизации на первый план в качестве драйвера экономического роста выходит, скорее, качество образования (Садовничий и др. 2016; Hanushek, Woessmann 2012; Atherton *et al.* 2013). Ряд исследований показал, что, в отличие от насильственных коллективных действий, формальное образование имеет сильную положительную корреляцию с интенсивностью ненасильственных протестов, так как эта форма несогласия является более популярной среди образованных граждан (Hall *et al.* 1986; Jenkins, Wallace 1996; Korotayev, Bilyuga, Shishkina 2018). Некоторые исследования также демонстрируют, что эта взаимосвязь проявилась во время Арабской весны, так как уровень образования граждан превосходил уровень их экономических возможностей, подталкивая бесправную молодежь к протестам против правительства (Коротаев, Малков и др. 2012; Коротаев, Ходунов и др. 2012; LaGraffe 2012). С. Хантингтон (Huntington 1968) утверждал, что протесты могут возникать тогда, когда образовательный и экономический рост идет быстрее политических изменений. Так как часто лидеры протеста происходят из образованного среднего класса (Brinton 1952; Rejai, Phillips 1988; Veltmeyer, Petras 2002), исследователи общественных движений предполагают, что доступ к образовательному капиталу является ключевой составляющей эффективного движения (Morris, Staggenborg 2004: 174–176).

Урбанизация является еще одним показателем, тесно связанным с экономическим ростом. По мере развития экономики рабочая сила из деревни, где сконцентрированы производства традиционного сектора, мигрирует в города, где сосредоточены более современные сектора (Korotayev *et al.* 2011). По мере экономического роста и все большей концентрации ресурсов в городах обществам становится проще поддерживать более крупное население в своих границах (Zinkina *et al.* 2019: 131–134). При таком переходе мы чаще всего видим, что города становятся основной ареной протеста (Tilly 1995). В развивающихся странах это приводит к тому, что большое количество молодых людей приезжает в города и сталкивается с низкими зарплатами и плохим жильем. На этом фоне большое число молодых людей может радикализироваться и вовлекаться в различные формы коллективного действия, такие как протесты, революции и гражданские войны (Korotayev *et al.* 2011).

К примеру, эта категория городских жителей оказалась очень важной в протестах и беспорядках против МВФ в 1980-х гг. (Davis 2017: 158–163; Walton, Seddon 1994: 39–45).

Город занимает особое место в теории общественных движений (Gledistch, Rivera 2017; Goldstone 2002; Ang *et al.* 2014). В этой среде ненасильственные протесты возникают чаще ввиду большого количества накопленных общественных ресурсов, а также более тесных межличностных связей, увеличивающих склонность к протесту среди людей (Gledistch, Rivera 2017). Такая концентрация богатства и населения в одном месте дает возможность политическим деятелям лучше организовывать взаимодействие людей и управлять массами граждан, готовых включиться в протест из-за наличия для этого необходимых социальных условий (Tilly 1995). Кроме того, усилия по подрыву государственных институтов более эффективны в тех городах, где у общественных движений есть определенные постоянные места проведения акций (Gledistch, Rivera 2017). Более того, по мере развития страны те «городские общественные движения», которые в первую очередь требуют «права на город», в котором они живут, и добиваются уравнивания социальных отношений в городском пространстве, начинают играть более заметную роль (Castells 1983; Hardt, Negri 2009: 250; Hamel 2014; Harvey 2012; см. также: Castells 1972; Eckstein 1989; Schuurman, Naerssen 2011; Slater 1985). Для промышленных рабочих XIX в. (Tarrow 2003: 64) город был основным пространством борьбы за права, в то время как для городских общественных движений город – это не только пространство для протеста, но и цель борьбы (Brenner 2013).

Экономическое развитие также приводит к снижению смертности, что обуславливает взрывной рост населения. В результате молодежь, преобладающая в общем населении, становится одним из центральных факторов, объясняющих феномен коллективных действий (Urdal 2008; Goldstone, McAdam 2001; Huntington 1996; Korotayev *et al.* 2013), особенно в контексте процесса урбанизации (Korotayev *et al.* 2011). Статистика показывает, что молодые люди гораздо более склонны к участию в протестах (Kostelka, Rovny 2019; Machado *et al.* 2011; Moller 1968; Moseley 2015), так как их привлекают новые идеи, идеологии и прямые действия, способные победить недостатки общества (Goldstone 2002: 10–11; Moller 1968).

Х. Урдал (Urdal 2008) предлагает иное объяснение: молодые люди несут меньшие альтернативные издержки от участия в протесте и легче вовлекаются в него, когда государство не способно обеспечить их потребности. Например, молодежь сыграла важную роль как в событиях Арабской весны (Коротаев, Ходунов и др. 2012), так и в движении *Occupy Wall Street* (Tan *et al.* 2013).

Наконец, с точки зрения Р. Инглхарта и К. Вельцеля (Инглхарт, Вельцель 2011; Inglehart, Welzel 2005), рост душевного ВВП приводит к переходу от материалистических ценностей выживания к постматериалистическим ценностям самовыражения. Выводы, полученные с помощью Всемирного исследования ценностей, свидетельствуют, что группы, в которых преобладают постматериалистические ценности, чаще участвуют в антиправительственных протестах, чем те группы, в которых главенствуют ценности выживания.

Однако, помимо объяснений модернизационного подхода, также существует ряд факторов, имеющих влияние на распространение антиправительственных протестов. Большинство исследований, посвященных зарождению антиправительственных протестов, сосредоточены либо на биографических (личных, семейных, классовых), либо на социально-политических переменных, которые побуждают людей к участию в акциях.

Мужчины гораздо чаще женщин участвуют в протестах (Burean, Badescu 2013; Moseley 2015; Ong, Han 2019). Кроме того, протестующие часто имеют схожие жизненные обстоятельства, которые повышают их склонность к участию в протестах. Ф. Мачадо с коллегами провели исследование участников уличных протестов в Латинской Америке и установили, что протестующими чаще становятся любители групповых собраний, люди, интересующиеся политикой, имеющие образование и определенный уровень межличностного доверия (Machado *et al.* 2009). Целый ряд других исследований подтвердил значимость заинтересованности в политике и уровня образования среди протестующих (Kostelka, Rovny 2019; Ong, Han 2019). С другой стороны, исследование протестов в Латинской Америке и демократиях Карибского бассейна (Moseley 2015) показало – чем больше у индивида доверия к другим гражданам, тем ниже шанс, что он будет участвовать в протестах. М. Мосли также демонстрирует, что в этих странах участие в групповых собраниях

лишь в небольшой степени является фактором протестной активности. Ф. Костелка и Дж. Ровни выявили небольшую отрицательную корреляцию между удовлетворенностью демократией и протестной активностью (Kostelka, Rovny 2019). Исследование политических протестов в современном Китае показало, что правовая грамотность граждан положительно влияет на их участие в протесте (Ong, Han 2019). С точки зрения форм и характера политического активизма сторонники нестандартных и внеинституциональных форм участия более склонны к участию в протестах (Burean, Badescu 2013). Исследование идеологии протеста (Kostelka, Rovny 2019) выявило, что наиболее склонными к протесту являются не левые силы, а те, которые изначально были оппозиционными по отношению к предшествовавшему недемократическому режиму. В своем исследовании протестных движений в Латинской Америке Ф. Мачадо с коллегами выяснили, что голосовавшие за оппозицию гораздо чаще участвовали в протестах, чем избиратели правящей партии (Machado *et al.* 2009).

Определенные факторы, связанные с классовой принадлежностью человека, также влияют на участие в протестах. В целом чем выше доходы человека, тем ниже тенденция к участию в акциях. Эту негативную связь можно проследить через такие переменные, как личная экономическая ситуация (Moseley 2015), личный доход (Machado *et al.* 2011) и доходы родителей человека (Burean, Badescu 2013). Также было продемонстрировано, что люди более склонны к участию, если цели протеста совпадают с их личными (Ong, Han 2019). Кроме того, более высокий уровень образования приводит к более высокой протестной тенденции. В ряде исследований было доказано, что более длительное образование (Moseley 2015; Kostelka, Rovny 2019; Ong, Han 2019), посещение университета (Ang *et al.* 2014; Ong, Han 2019) и обладание дипломом о высшем образовании статистически значимы для уровня протестов.

Что касается индексов нестабильности, макроэкономические переменные, такие как политические и экономические факторы, играют значимую роль в определении уровня протестов в стране или регионе.

Под влиянием Арабской весны и движения «Захвати Уолл-стрит» исследователи установили, что факторы взаимодействия с другими участниками через Интернет являются важными индикаторами

торами протестной активности. В своем исследовании интернет-взаимодействия и политических демонстраций А. Анг, С. Динар, Р. Лукас, проведя межстрановой тест на базе данных с 1995 по 2001 г., сделали вывод, что переменная доступа к Интернету и коммуникационным технологиям имеет значительную негативную корреляцию с уровнем протестов (Ang *et al.* 2014). Однако во взаимодействии с «молодежным бугром» (повышенной долей молодежи в населении) корреляция становится положительной. В ходе исследования интенсивности российских протестов 2011 г. Р. Ениколопов, А. Макарин и М. Петрова выявили положительную связь между числом пользователей социальных сетей, таких как *Facebook*, *ВКонтакте*, *Одноклассники* в выбранном городе, и уровнем протеста в нем (Enikolopov *et al.* 2017). Изучив протестную активность движения «Захвати Уолл-стрит», исследователи установили, что появление нового интернет-провайдера в округе увеличивало шанс возникновения протеста в этом районе (Amorim *et al.* 2018). Эти результаты показали статистическую значимость как при рассмотрении каждого региона США по отдельности, так и при анализе данных на уровне городов в Калифорнии. На уровне индивидов те, кто проводит больше времени в Интернете и занимается политическим активизмом онлайн, демонстрируют большую склонность к протесту в реальной жизни (Burean, Badescu 2013). Ученые (Tan *et al.* 2013) исследовали Twitter-активность во время протестов «Захвати Уолл-стрит» и выяснили, что более плотный поток твиттов, ассоциирующийся с движением, можно использовать для прогнозирования будущих действий протестующих.

Существует большое количество исследований, посвященных характеристикам, которыми должна обладать политическая система для появления протестов. Есть понимание, что институты оказывают сильное влияние на интенсивность протестов. Режимы с более высокими показателями индекса дееспособности институтов меньше страдают от протестов, чем режимы с низким показателем (Machado *et al.* 2011). Существует отрицательная корреляция между властью и эффективностью законодательных органов с одной стороны и числом протестов с другой (*Ibid.*; Nam 2007). Степень независимости судебной системы по сравнению с другими ветвями власти также отрицательно коррелирует с числом протестов (Machado *et al.* 2011).

В свою очередь, выборы также играют сильную роль в появлении протестов: например, в год выборов протестная тенденция повышается (Brancati 2013). Было доказано, что наличие пропорциональной электоральной системы негативно влияет на уровень протестов (Su 2015). Уровень политической конкуренции на выборах (Amorim *et al.* 2018), размер оппозиционных партий (Su 2015) и уровень сплоченности оппозиционных партий оказывают отрицательное влияние. Чем выше явка на выборах, тем выше уровень протестов (Amorim *et al.* 2018).

Общественное мнение по разным вопросам оказывает влияние на протестность. Рейтинг одобрения президента (Moseley 2015), степень довольства политической системой (*Ibid.*) и уровень уважения населением общественных институтов имеют отрицательную связь с уровнем протестов (Machado *et al.* 2011).

Наконец, ряд экономических факторов оказывает влияние на рост протестов. Экономические показатели, такие как инфляция (Brancati 2013) и безработица (Nam 2007), склонны положительно влиять на уровень протестов, тогда как уровень занятости (Brancati 2013), качество жизни (*Ibid.*) и рост душевого ВВП (*Ibid.*; Ang *et al.* 2014) отрицательно коррелируют с уровнем протестов (впрочем, в Восточной Европе парадоксальным образом отрицательную корреляцию с протестами демонстрирует безработица [Коротаяев, Хохлова, Цирель 2018]). Показатели экономического развития также имеют значение для взаимосвязи с протестами. Г. Amorim с коллегами в своем исследовании продемонстрировали, что более высокое качество транспортной инфраструктуры в определенном регионе приводило к более высоким шансам, что жители этого региона могли присоединиться к протестам «Захвати Уолл-стрит» (Amorim *et al.* 2018). Вдобавок наличие университетов в городах России повышало уровень протестности в ходе демонстраций 2011 г. против Путина (Enikolopov *et al.* 2017).

На данный момент в литературе принято разделять нестабильность на несколько отдельных переменных. Так, отдельно исследовались мирные демонстрации, массовые беспорядки, теракты и т. д. В то же время уже давно было замечено, что различные показатели нестабильности могут иметь схожие основания, что дает нам возможность выделять несколько типов нестабильности, отражающих различный характер происходящего в стране (Hibbs 1973; Слинко

и др. 2018). Так как нестабильность может иметь разный характер, то и, соответственно, разные типы нестабильности имеют различные основания. К тому же одни и те же переменные могут по-разному и в разной степени влиять на нестабильность в различных регионах (Хохлова и др. 2017; Коротаев, Хохлова, Цирель 2018; Коротаев, Мещерина и др. 2016; 2017; 2018; Коротаев, Мещерина, Каткова 2019; Коротаев, Цирель, Билюга 2019; Bond, Mottiar 2013; Fominaya, Cox 2013; Vanhuysse 2006). В связи с этим имеется необходимость выделить наиболее важные для нас переменные, которые будут связаны с нестабильностью. Выделяя три фактора нестабильности: массовый, кровавый и элитарный, Е. В. Слинько отмечает, что внутри этих классов имеются переменные, которые в наибольшей степени отражают тот или иной тип нестабильности (Слинько и др. 2018). Так как зафиксировать нарастающую элитарную нестабильность достаточно сложно и требует применения методов теоретико-игрового моделирования (De Mesquita *et al.* 2002), то мы планируем использовать только два типа нестабильности: массовую и кровавую нестабильность. В связи с этим воспользуемся наиболее сильными компонентами внутри этих факторов: антиправительственными демонстрациями и количеством террористических актов.

Говоря о различии в региональной специфике массовых движений (*mass movements*), стоит отметить работы Дж. Смита и Д. Виста, которые замечают, что межстрановые различия в характеристике массовых движений во многом могут быть описаны мир-системным подходом (Smith, Wiest 2012). Авторы отмечают, что различия в организации массовых движений отличаются для стран периферии и стран мир-системного центра (Amin *et al.* 1990). Это дает нам основания предполагать, что различные части мир-системы могут иметь различные причины возникновения нестабильности. В нашей работе мы бы хотели сосредоточиться на изучении предикторов нестабильности в различных частях мир-системы, найти различия и сходства в формировании нестабильности в этих регионах.

Методология

Для нашего исследования мы воспользуемся несколькими базами данных, агрегирующих различные социально-политические пока-

затели. В качестве основной базы данных мы использовали базу *Cross National Time Series Database* (Banks, Wilson 2020). Эта база данных включает в себя более чем 150 показателей по 200 странам за период с 1815 по 2019 г. Также дополнительно мы использовали данные МВФ (IMF 2019), Всемирного банка (World Bank 2020) и др. В конечном итоге мы будем ранжировать более 120 показателей, отражающих демографическое, политическое, социальное, экономическое, культурное и техническое развитие стран. Далее мы будем представлять результат преимущественно по блокам, детально рассматривая лишь отдельные переменные.

В качестве основных зависимых переменных мы воспользуемся двумя показателями из базы данных *Cross-National Time Series Database* (Banks, Wilson 2020) и *Global Terrorism Database* (START 2020):

1) *cnts_domestic8* (количество антиправительственных демонстраций за год);

2) *n_terror_atack* (количество террористических атак за год).

Для наших задач мы будем использовать модели машинного обучения. В частности, мы будем использовать *supervised learning models*, так как у нас уже есть четкие выходные категории и перед нами стоит задача описания данных и потенциально задача будущего предсказания. Для построения модели воспользуемся библиотекой *CatBoost* из «Яндекса». Мы решили использовать эту модель по нескольким причинам. В первую очередь, мы не имеем достаточного количества вычислительных мощностей, чтобы подбирать оптимальные характеристики модели, используя поиск по сетке параметров с кросс-валидацией. Данная же модель показывает хорошие результаты даже на *raw parameters*. Также данная модель робастна к переменным с различным распределением и не исходит из предположения, что все объясняющие переменные распределены нормально, как того требуют многие другие модели. Наконец, перед моделями машинного обучения не так остро стоит вопрос о мультиколлинеарности переменных (Dorogush *et al.* 2018; Prokhorenkova *et al.* 2018), поэтому мы имеем возможность использовать сразу все переменные, отвечающие за различные показатели стран в одной модели, сравнивая их уже после обучения модели.

Для наших задач мы будем проводить стандартную процедуру кросс-валидации, изолируя 25 % нашего набора данных и впослед-

ствии проверяя на нем работоспособность нашей модели, ограничивая переобучение нашей модели.

В отличие от используемой нами модели в прошлогоднем исследовании (Медведев, Коротаяев 2019; см. также: Шульгин 2018), для данного исследования будет использована двухуровневая модель построения ранжированного списка. В первую очередь отметим, что в прошлогоднем исследовании преимущественно оценивались факторы, которые влияют на само возникновение одного из типов нестабильности. В то же время существуют методы, которые позволяют одновременно оценивать факторы как возникновения, так и интенсивности исследуемых факторов (Pilania *et al.* 2017). Таким образом, наша финальная модель будет состоять из двух уровней оценки наших зависимых переменных.

На первом уровне модели наши зависимые переменные будут перекодированы в бинарную категорию, где «1» = присутствие того или иного типа нестабильности в данном году в данной стране; «0» = отсутствие зафиксированных случаев. После этого строилась модель, по оцениванию всех 120 факторов, влияющих на возникновение протеста. Модели оценивались, основываясь на трех метриках (ROC-AUC, Logloss, Accuracy). Обучение модели приостанавливалось на основе оценки Logloss. В результате полученная модель делала предсказания уже изучаемых случаев и данное предсказание записывалось как еще один предиктор.

После того как были получены результаты модели первого уровня, с помощью моделей-регрессоров оценивалась степень выраженности нестабильности. Для этого использовались все те же переменные, что и в модели первого уровня, но также была добавлена оценка первой модели. Обучение модели также происходило на основе двух метрик качества модели: Adjusted-R2, RMSE. По итогу также оценивались все предикторы, которые были использованы в модели.

Чтобы учесть в оценках предикторов модели второго уровня оценки предикторов из модели первого уровня, мы использовали переменную с предсказанием первой модели. Поскольку эта переменная имеет очень сильное влияние в модели второго уровня, то воспользуемся ею как степенью влияния. Таким образом, значимость переменных из первой модели была перемножена на коэффициент и добавлена к результатам второй модели. Такой подход

был описан В. Ксяжеком и коллегами в исследовании 2019 г. на примере медицинских данных (Książek *et al.* 2019).

Далее, для определения направления связи переменных мы воспользуемся подходом, основанным на вычислении векторов Шепли, чтобы определить, в каком направлении и насколько сильный вклад внесла переменная в итоговое значение индекса (Hsiao, Raghavan 1993).

Стоит отметить, что причины, вызывающие нестабильность в различные периоды времени, были не одинаковы и имели свойство меняться с течением времени. Проводя историографическое сравнение, Э. Шульц показал, что демографическая структура (стоит отметить, что демографические факторы являются одними из наиболее сильных предикторов протестной активности), приводившая к радикальному протесту в 60-х гг., имела другой характер связи с протестами в 2000-х гг. (Шульц 2014). Так как нас в большей степени интересуют именно актуальные причины нестабильности, для построения своих моделей мы использовали период с 1992 г., поскольку мы имеем веские основания говорить о том, что характер политики и причины возникновения различных политических действий изменились после окончания холодной войны (Betts 2017; Tickner 2001).

Анализ результатов

Рассмотрим для начала предикторы интенсивности антиправительственных протестов по миру в целом (см. Табл. 1). Заранее отметим, что численность населения по очевидным причинам является одним из наиболее сильных предикторов нестабильности, поскольку вероятность протеста больше для стран с большим населением, нежели чем для стран с малым населением (см., например: Gupta 2008). Отметим также, что только среди 20 наиболее сильных предикторов нестабильности 8 являются переменными, отражающими демографические характеристики. К ним относятся численность населения, его плотность, доля молодежи («молодежный бугор»), процент городского населения. В сумме только эти 8 переменных объясняют зависимую более чем на 14 %. В связи с этим, отмечая всю важность переменных, связанных с населением, будем исключать их из анализа, чтобы обратить внимание на прочие важные переменные.

Табл. 1. Ранжированный по значимости список переменных, влияющих на интенсивность антиправительственных протестов в целом по странам мира

<i>Название переменной</i>	<i>Значимость переменной для модели (в процентах)</i>
Темпы роста ВВП на душу населения по ППС, в постоянных ценах 2017 г., в %	3,65
Число выданных сим-карт на 100 чел.	2,24
Возраст государственности в годах	2,12
Регион планеты	1,93
Индекс электоральной демократии	1,69
Продолжительность существования режима	1,53
Рост ВВП по V-Dem	1,49
Campus integrity	1,48
Финансирование программ со стороны США, в долл.	1,45
Проводятся ли выборы в данном году	1,41
Процент учащихся начальных школ в общей численности населения, %	1,40
Количество немилитаризированных компаний в регионе	1,36
Грамотность, %	1,32

Рассматривая предикторы интенсивности антиправительственных протестов по странам мира в целом, заметим, что экономические показатели хотя и оказывают значимое влияние, однако занимают не подавляющее число в списке. Также заметим, что множество переменных, связанных с политическим устройством (такие как индекс демократии, устойчивость режима и пр.), оказывают влияние на возникновение антиправительственных демонстраций. Это не кажется удивительным, поскольку политическое устройство в стране значительно влияет на то, насколько люди готовы выходить на те или иные акции, связанные с протестом против государства. Также интересно заметить, что в топ среди наиболее значимых попала переменная, связанная с наличием выборов в стране в этом году. А. Сегенфельд и Я. Бар-Ям в статье за 2020 г. также выдвигают идею о том, что выборы могут становиться триггером протестов.

стов, однако отмечают, что такое не наблюдается в полных автократиях (Siegenfeld, Bar-Yam 2020).

Рассмотрим далее предикторы интенсивности террористической активности по миру в целом (см. Табл. 2):

Табл. 2. Ранжированный по значимости список переменных, влияющих на интенсивность террористической активности по миру в целом

<i>Название переменной</i>	<i>Значимость переменной для модели (в процентах)</i>
Регион планеты	2,73
Финансирование программ со стороны США, в долл.	2,49
Доля экспорта товаров и услуг в ВВП, в %	2,44
Темпы роста ВВП на душу населения по ППС, в постоянных ценах 2017 г., в %	2,19
Продолжительность существования режима	2,07
Рост ВВП по V-Dem	1,76
Индекс электоральной демократии	1,60
Доля населения, которое подвергается активной, преднамеренной и целенаправленной дискриминации со стороны государства с целью исключения ее из политической власти	1,57
Индекс корумпированности V-Dem	1,54
Доля импорта товаров и услуг в ВВП, в %	1,51
Проводятся ли выборы в данном году	1,51
Число выданных сим-карт на 100 чел.	1,51
Агрегированный индекс свобод, в ед.	1,41
Агрегированный индекс свободы религии, в ед.	1,36

Итак, среди 20 наиболее значимых предикторов интенсивности террористической активности по миру в целом демографические переменные взяли на себя чуть более 15 % объясняющей силы, в то время как для массовой нестабильности данный показатель был 14 %. При этом переменные, связанные со свободой вероисповедания, распределением власти, верховенством исполнительной и законодательной власти, значительно усилились. Переменные, связанные с политическим режимом, также оказываются более значи-

мы для «кровавой» нестабильности, чем для массовой. Отметим также, что в отличие от массовых протестов более значимую роль играют переменные, связанные с оценкой уровня несправедливости в стране. Это наталкивает нас на мысль о том, что если массовые протесты могут быть связаны с экономическим положением, уровнем жизни и прочим, то для возникновения террористической активности в стране требуется еще и наличие какого-либо значимого социального разрыва или общий крайне высокий уровень неудовлетворенности граждан.

После рассмотрения ситуации по миру в целом обратимся теперь к данным по мир-системному центру (примерно соответствует агрегату «страны ОЭСР с высоким уровнем доходов», включая в себя прежде всего Западную Европу, Северную Америку и Японию). Начнем с предикторов интенсивности антиправительственных протестов в странах мир-системного центра (см. Табл. 3):

Табл. 3. Ранжированный по значимости список переменных, влияющих на интенсивность антиправительственных протестов в странах мир-системного центра

<i>Название переменной</i>	<i>Значимость переменной для модели (в процентах)</i>
Индекс либеральной демократии V-Dem	3,19
Доля импорта товаров и услуг в ВВП, в %	2,53
Доля населения с высшим образованием	2,39
Индекс электоральной демократии	2,23
Ожидаемая продолжительность жизни, в годах	2,08
Проводятся ли выборы в данном году	1,79
ВВП на душу населения по ППС по Атлас-методу, в постоянных ценах 2011 г.	1,64
Процентная доля населения, получившего среднее образование	1,46
Возраст государственности/независимости, в годах	1,40
Индекс открытости исполнительных органов, в ед.	1,23
Эффективность законодательной власти	1,17
Количество немилитаризированных компаний в регионе	1,09

Отметим, что демографические переменные (исключенные нами из списка) объясняли более 36 % зависимой переменной и занимали 8 из 20 наиболее значимых переменных. Среди переменных, связанных с демографией, стоит отдельно выделить значимость «молодежного бугра», который оказался предельно значим для данного типа нестабильности. Очень важными для мир-системного центра оказались переменные, связанные с политической обстановкой в стране: наличие выборов, уровень различных видов демократии по оценке *Varieties of Democracy* и др. Такое обилие переменных, связанных с политической обстановкой, может говорить о двух моментах. В первую очередь, в странах мир-системного центра за счет открытых в своем большинстве политических систем люди не боятся активно отстаивать свою позицию. Во-вторых, это говорит нам о том, что люди в мир-системном ядре более чувствительны к изменениям в политической и экономической среде своих стран.

Рассмотрим теперь предикторы интенсивности террористической активности в странах мир-системного ядра (см. Табл. 4):

Табл. 4. Ранжированный по значимости список переменных, влияющих на интенсивность террористической активности в странах мир-системного центра

<i>Название переменной</i>	<i>Значимость переменной для модели (в процентах)</i>
Агрегированный индекс свободы академического и культурного выражения, в ед.	7,38
Доля импорта товаров и услуг в ВВП, в %	3,51
Финансирование программ со стороны США, в долл.	2,69
Возраст государственности/независимости, в годах	2,15
Младенческая смертность, в %	1,79
ВВП на душу населения по ППС по Атлас-методу, в постоянных ценах 2011 г.	1,78
Темпы роста ВВП на душу населения по ППС, в постоянных ценах 2017 г., в %	1,75
Коэффициент мужской смертности	1,35
Рост ВВП по V-Dem	1,35
Количество лет обучения в среднем на человека, в годах	1,20

Окончание Табл. 4

<i>Название переменной</i>	<i>Значимость переменной для модели (в процентах)</i>
Доля экспорта товаров и услуг в ВВП, в %	1,19
Эффективность законодательной власти	1,17
Был ли гос. переворот за последние 5 лет	1,17

Отметим, что для центра демографические переменные оказываются здесь очень значимы, объясняя более 40 % зависимой переменной. Важно заметить, что в странах мир-системного центра и экономические показатели оказываются предельно значимыми. Среди топовых переменных можно заметить индексы детской смертности, что также сильно коррелирует с уровнем экономического развития государства. При этом социально-политические показатели, демонстрирующие слабую возможность для высказывания различным культурным группам, являются самой значимой переменной. По аналогии с миром в целом для мир-системного центра сочетание показателей экономического роста со свободой высказывания оказывает наиболее заметное влияние на возникновение и количество террористических актов. Данная связь, конечно, требует дополнительного исследования, особенно в плане изучения направления связи и взаимовлияния различных показателей.

Обратимся теперь к данным по мир-системной периферии (странам третьего мира). Начнем с предикторов интенсивности антиправительственных протестов в странах мир-системной периферии (см. Табл. 5):

Табл. 5. Ранжированный по значимости список переменных, влияющих на интенсивность антиправительственных протестов в странах мир-системной периферии

<i>Название переменной</i>	<i>Значимость переменной для модели (в процентах)</i>
Возраст государственности/независимости, в годах	3,69
Темпы роста ВВП на душу населения по ППС, в постоянных ценах 2017 г., в %	2,60
Число выданных сим-карт на 100 чел.	2,50
Проводятся ли выборы в данном году	1,68

Окончание Табл. 5

<i>Название переменной</i>	<i>Значимость переменной для модели (в процентах)</i>
Регион планеты	1,57
Продолжительность существования режима	1,56
Индекс свободы научной и образовательной деятельности V-Dem	1,44
Индекс институционализированной автократии, в ед.	1,43
Дельта доли городского населения, в ед.	1,43
Эффективность законодательной власти	1,36
Пересмотренная оценка Polity IV, в ед.	1,26
Агрегированный индекс свободы академического и культурного выражения, в ед.	1,23
Доля импорта товаров и услуг в ВВП, в %	1,16

Отметим, что демографические переменные (исключенные нами из списка) объяснили более 19 % зависимой переменной. Если для стран мир-системного центра оказывались значимыми переменные, которые отвечают за уровень демократичности, свободы слова и т. п., то для стран мир-системной периферии оказываются более значимыми показатели, которые говорят об устойчивости государства, такие как время, прошедшее от независимости государства, длительность пребывания у власти действующего правителя, эффективность законодательной власти и прочее. Это может говорить о том, что в странах периферии интенсивные протесты в высокой степени связаны с неустойчивостью политической системы государства.

В свою очередь, неустойчивая, неконсолидированная система государственного управления открывает окно возможности для различных политических групп включиться в политическую борьбу за управление государством. Также заметим значимость переменной, связанной с урбанизированностью страны, что также подтверждается и другими исследованиями (ср.: Гринин, Коротаяев 2009).

Рассмотрим теперь предикторы интенсивности террористической активности в странах мир-системной периферии (см. Табл. 6):

Табл. 6. Ранжированный по значимости список переменных, влияющих на интенсивность террористической активности в странах мир-системной периферии

<i>Название переменной</i>	<i>Значимость переменной для модели (в процентах)</i>
Продолжительность существования режима	2,72
Проводятся ли выборы в данный год	2,45
Темпы роста ВВП на душу населения по ППС, в постоянных ценах 2017 г., в %	2,41
Индекс доступности образования V-Dem	2,28
Доля населения, которое подвергается активной, преднамеренной и целенаправленной дискриминации со стороны государства с целью исключения ее из политической власти	1,95
Доля импорта товаров и услуг в ВВП, в %	1,89
Индекс гражданских свобод, в ед.	1,73
Рост ВВП по V-Dem	1,64
Финансирование программ со стороны США, в долл.	1,63
Количество немилитаризованных компаний в регионе	1,38
Регион планеты	1,35
Агрегированный индекс свободы религии, в ед.	1,30

Отметим, что демографические переменные (исключенные нами из списка) объясняли более 19 % зависимой переменной. В отличие от антиправительственных демонстраций, террористические атаки в зоне мир-системной периферии оказываются больше связаны с политическими переменными, демонстрирующими свободу слова и уровень угнетения.

Значимость экономических переменных также остается высокой, хотя и не так выделяется, как на других подвыборках. Однако заметим, что сильно влияют именно темпы экономического роста. Данные результаты значительно сходятся с теми результатами, к которым приходят И. А. Васькин и др. (2018) в своей работе о связи уровня дохода, образования и терроризма, где они говорят о том, что определенный экономический подъем и увеличение уров-

ня образования могут статистически значимо влиять на интенсивность террористической активности в стране (Васькин и др. 2018).

Рассмотрим теперь отдельно афразийскую зону нестабильности. Начнем с предикторов интенсивности антиправительственных протестов в странах афразийской зоны (см. Табл. 7):

Табл. 7. Ранжированный по значимости список переменных, влияющих на интенсивность антиправительственных протестов в странах афразийской зоны

<i>Название переменной</i>	<i>Значимость переменной для модели (в процентах)</i>
Темпы роста ВВП на душу населения по ППС, в постоянных ценах 2017 г., в %	2,73
Финансирование программ со стороны США, в долл.	2,49
Количество немилитаризованных компаний в регионе	2,32
Проводятся ли выборы в данном году	2,14
Рост ВВП по V-Dem	2,05
Комбинированная оценка Polity IV	2,00
Число выданных сим-карт на 100 чел.	1,75
Продолжительность существования режима	1,64
Агрегированный индекс свободы академического и культурного выражения, в ед.	1,54
ВВП на душу населения по ППС, в постоянных ценах 2017 г.	1,46
Индекс электоральной демократии	1,32
Эффективность законодательной власти	1,31
Пересмотренная оценка Polity IV, в ед.	1,29

Отметим, что демографические переменные (исключенные нами из списка) объясняли более 16 % зависимой переменной. Примечательно, что предикторы антиправительственных протестов в странах афразийской зоны имеют слабое сходство с предикторами антиправительственных демонстраций в странах мир-системного ядра. Как можно видеть, для афразийской зоны характерно сочетание переменных, отвечающих за экономический рост, и переменных, связанных с социальным неравенством и угнетением. Интересно, что для других стран периферии такое было характерно

больше для террористических акций. При этом также показывают свою значимость и переменные, связанные с устойчивостью государственной системы (эффективность законодательной власти, время нахождения у власти и пр.). Также стоит отметить очень сильную значимость выборов. Все это свидетельствует о том, что африканский регион можно охарактеризовать как регион, в котором присутствуют значительные культурные и социальные конфликты, при этом в нем могут наблюдаться не совсем консолидированные государства, что, в свою очередь, ведет к возникновению специфических антиправительственных демонстраций в данном регионе.

Рассмотрим теперь предикторы интенсивности террористической активности в странах африканской зоны нестабильности (см. Табл. 8):

Табл. 8. Ранжированный по значимости список переменных, влияющих на интенсивность террористической активности в странах африканской зоны

<i>Название переменной</i>	<i>Значимость переменной для модели (в процентах)</i>
Индекс свободы научной и образовательной деятельности V-Dem	4,60
Пересмотренная оценка Polity IV, в ед.	3,23
Индекс политической коррупции V-Dem	3,15
Индекс политических прав, в ед.	2,53
Доля экспорта товаров и услуг в ВВП, в %	2,33
Индекс коррумпированности судов V-Dem	2,25
Доля населения, которое подвергается активной, преднамеренной и целенаправленной дискриминации со стороны государства с целью исключения ее из политической власти	2,16
Доля импорта товаров и услуг в ВВП, в %	2,04
Младенческая смертность, в %	1,87
Концепция исполнительного органа, в ед.	1,85
Финансирование программ со стороны США, в долл.	1,84
Агрегированный индекс свобод, в ед.	1,67
Индекс коррумпированности исполнительной власти V-Dem	1,61

Отметим, что демографические переменные (исключенные нами из списка) объясняли более 34 % зависимой переменной, что в значительной степени превосходит показатели по массовым демонстрациям в этом регионе. Хотя при этом на массовые протесты влияли преимущественно демографические факторы, связанные с молодежью, ее уровнем образования и урбанизированности, в то время как на интенсивность террористической активности влияют переменные, связанные с количеством населения.

Обращаясь к остальным переменным, отметим, что экономические показатели оказывают сравнительно слабое влияние, в то же время на основной план выходят переменные, связанные с качеством бюрократии в стране, а также показатели, отражающие те или иные виды неравенства. Все это может говорить нам о том, что в плане интенсивности как протестной, так и террористической активности африканский регион значительно отличается как от остальных подзон мир-системной периферии, так и от мир-системного центра.

Если говорить в целом, предикторы нестабильности в большей степени коррелируют с соответствующим типом дестабилизации, нежели с зоной/подзоной Мир-Системы. Так, для массовой нестабильности оказываются значимыми показатели, связанные с экономическим ростом, неравенством и уровнем терпимости к различным группам (религиозным, политическим и т. д.). В то же время для террористической нестабильности оказываются значимыми доля молодежи и ее характеристики, тип и характеристики политического, уровень коррупции.

Заключение

Улучшение старых подходов к анализу данных и внедрение новых методов анализа позволило сделать достаточно обширные выводы по различным мир-системным зонам. В первую очередь стоит отметить, что деление на мир-системные зоны и выделение африканской зоны как отдельного макрорегиона оказалось вполне обоснованным. Если результаты для мира в целом и периферии оказались очень схожи (ведь подавляющее большинство стран мира приходится именно на периферию), то разница между странами периферии и центра оказалась достаточно большой. Африканская зона не-

стабильности, в свою очередь, показала результаты, непохожие ни на мир в целом, ни на мир-системные макрзоны.

В странах мир-системного ядра основными предикторами нестабильности оказались социальное неравенство, изменения в уровне доходов и некоторые структурно-демографические характеристики. В то же время для стран мир-системной периферии основными предикторами нестабильности выступили кризисные экономические явления и такие политические характеристики, как возраст государственности и время существования режима. Афразийская зона демонстрирует в качестве основных предикторов нестабильности наличие большого социально-культурного расслоения и угнетение различных меньшинств в стране. Также немаловажным фактором в афразийской зоне оказывается повышенная доля молодежи, однако в отличие от мир-системного ядра в увеличении нестабильности роль играет прежде всего образованная урбанизированная молодежь.

Библиография

- Васькин И. А., Цирель С. В., Коротаев А. В. 2018.** Экономический рост, образование и терроризм: опыт количественного анализа. *Социологический журнал* 24(2): 28–65.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В. 2009.** Урбанизация и политическая нестабильность: К разработке математических моделей политических процессов. *Полис* 4: 34–52.
- Инглхарт Р., Вельцель К. 2011.** *Модернизация, культурные изменения и демократия*. М.: Новое изд-во.
- Коротаев А. В., Билюга С. Э., Шишкина А. Р. 2017.** ВВП на душу населения, интенсивность антиправительственных демонстраций и уровень образования. Кросс-национальный анализ. *Полития. Анализ. Хроника. Прогноз* 1(84): 127–143.
- Коротаев А. В., Гринин Л. Е., Исаев Л. М., Билюга С. Э., Васькин И. А., Слинко Е. В., Шишкина А. Р., Мещерина К. В. 2017.** *Дестабилизация: глобальные, национальные, природные факторы и механизмы*. М.: Учитель.
- Коротаев А. В., Малков А. С., Халтурина Д. А. 2007.** *Законы истории: Математическое моделирование развития Мир-Системы. Демография, экономика, культура*. М.: КомКнига/URSS.
- Коротаев А. В., Малков С. Ю., Бурова А. Н., Зинькина Ю. В., Ходунов А. С. 2012.** Ловушка на выходе из ловушки. Математическое мо-

делирование социально-политической дестабилизации в странах мир-системной периферии и события Арабской весны 2011 г. *Моделирование и прогнозирование глобального, регионального и национального развития* / Ред. А. А. Акаев, А. В. Коротаев, Г. Г. Малинецкий, С. Ю. Малков. М.: ЛИБРОКОМ/URSS. С. 210–276.

Коротаев А. В., Мещерина К. В., Исаев Л. М., Искосков А. С., Куликова Е. Д., Дельянов В. Г., Херн У. Д. 2016. Арабская весна как триггер глобальной социально-политической дестабилизации: опыт систематического анализа. *Системный мониторинг глобальных и региональных рисков: ежегодник. Т. 7. Арабская весна в глобальном контексте* / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, Л. М. Исаев, К. В. Мещерина. Волгоград: Учитель. С. 22–126.

Коротаев А. В., Мещерина К. В., Куликова Е. Д., Дельянов В. Г. 2017. Арабская весна и ее глобальное эхо: количественный анализ. *Сравнительная политика* 8(4): 113–126.

Коротаев А., Мещерина К., Каткова В. 2019. Эхо «арабской весны» в странах Африки южнее Сахары: опыт количественного анализа. *Азия и Африка сегодня* 1: 17–24. DOI: 10.31857/S032150750003339-4.

Коротаев А. В., Мещерина К. В., Хохлова А. А., Евдокимова К. С. 2018. Волна социально-политической дестабилизации 2010-х гг. в странах Тропической и Южной Африки: предварительные результаты количественного анализа. *Системный мониторинг глобальных и региональных рисков: ежегодник. Т. 9. Социально-политическая и экономическая дестабилизация: анализ страновых и региональных ситуаций в мир-системном аспекте* / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, К. В. Мещерина. Волгоград: Учитель. С. 296–319.

Коротаев А. В., Халтурина Д. А. 2010. Инвестиции в базовое образование как мера по предотвращению социально-демографических катастроф в развивающихся странах. *Системный мониторинг глобальных и региональных рисков: ежегодник. Т. 2* / Ред. Д. А. Халтурина, А. В. Коротаев. М.: ЛКИ/URSS. С. 301–314.

Коротаев А. В., Ходунов А. С., Бурова А. Н., Малков С. Ю., Халтурина Д. А., Зинькина Ю. В. 2012. Социально-демографический анализ Арабской весны. *Системный мониторинг глобальных и региональных рисков: ежегодник. Т. 3: Арабская весна 2011 года* / Отв. ред. А. В. Коротаев, Ю. В. Зинькина, А. С. Ходунов. М.: ЛИБРОКОМ/URSS. С. 28–76.

Коротаев А. В., Хохлова А. А., Цирель С. В. 2018. Безработица как предиктор социально-политической дестабилизации в странах Западной и Восточной Европы. *Экономическая социология* 19(2): 118–167.

- Коротаев А. В., Цирель С. В., Билюга С. Э. 2019.** Коррупция, ценности и попытки насильственных изменений государственной власти в странах с различным уровнем ВВП на душу населения: опыт количественного компаративного и корреляционного анализа. *Сравнительная политика* 1: 98–123. DOI: 10.24411/2221-3279-2019-10007.
- Медведев И. А., Коротаев А. В. 2019.** К использованию методов машинного обучения для ранжирования факторов дестабилизации в странах мир-системной периферии. *Системный мониторинг глобальных и региональных рисков: ежегодник*. Т. 10 / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, К. В. Мещерина. Волгоград: Учитель. С. 227–242.
- Садовничий В. А., Акаев А. А., Коротаев А. В., Малков С. Ю. 2016.** *Качество образования, эффективность НИОКР и экономический рост: Количественный анализ и математическое моделирование*. М.: ЛЕ-НАНД/URSS.
- Слинько Е. В., Мещерина К. В., Шульгин С. Г., Зинькина Ю. В., Билюга С. Э., Коротаев А. В. 2018.** Измерение внутривнутриполитических дестабилизационных процессов: типы нестабильности и их связь с социально-политическими и экономическими факторами. *Системный мониторинг глобальных и региональных рисков: ежегодник*. Т. 9. *Социально-политическая и экономическая дестабилизация: анализ страновых и региональных ситуаций в мир-системном аспекте* / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, К. В. Мещерина. Волгоград: Учитель. С. 95–114.
- Хохлова А. А., Коротаев А. В., Цирель С. В. 2017.** Безработица и социально-политическая дестабилизация в странах Западной и Восточной Европы: опыт количественного анализа. *Системный мониторинг глобальных и региональных рисков: ежегодник*. Т. 8 / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, Л. М. Исаев, К. В. Мещерина. Волгоград: Учитель. С. 37–82.
- Шульгин С. Г. 2018.** Отбор переменных для анализа и прогнозирования нестабильности с помощью моделей градиентного бустинга. *Системный мониторинг глобальных и региональных рисков: ежегодник*. Т. 9. *Социально-политическая и экономическая дестабилизация: анализ страновых и региональных ситуаций в мир-системном аспекте* / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, К. В. Мещерина. Волгоград: Учитель. С. 115–153.
- Шульц Э. 2014.** Причины возникновения радикальных форм социального протеста (историографический обзор). *Вестник Московского университета*. Серия 12. *Политические науки* (2): 40–51.

- Amin S., Wallerstein I. M., Arrighi G., Frank A. G. 1990.** *Transforming the Revolution*. New York: NYU Press.
- Amorim G., Costa Lima R., Sampaio B. 2018.** *Broadband Internet and Protests: Evidence from the Occupy Movement*. Available at SSRN 2764162.
- Ang A.U., Dinar S., Lucas R. 2014.** Protests by the Young and Digitally Restless: the Means, Motives, and Opportunities of Anti-government Demonstrations. *Information, Communication & Society* 17(10): 1228–1249.
- Arva B., Beiler J., Fisher B., Lara G., Schrodt P. A., Song W., Stehle S. 2013.** *Improving Forecasts of International Events of Interest*. Paper presented at the European Political Studies Association meetings, Barcelona.
- Atherton P., Appleton S., Bleaney M. 2013.** International School Test Scores and Economic Growth. *Bulletin of Economic Research* 65(1): 82–90.
- Banks A. K., Wilson A. 2020.** *Cross-National Time-Series Data Archive*. Jerusalem: Databanks International. URL: <http://www.databanksinternational.com>.
- Barro R. J. 1991.** Economic Growth in a Cross Section of Countries. *The Quarterly Journal of Economics* 106(2): 407–443.
- Basuchoudhary A., Bang J. T., Sen T. 2017.** *Machine-learning Techniques in Economics: New Tools for Predicting Economic Growth*. Dordrecht: Springer.
- Benos N., Zotou S. 2014.** Education and Economic Growth: A Meta-Regression Analysis. *World Development* 64(C): 669–689.
- Betts R. K. 2017.** *Conflict After the Cold War: Arguments on Causes of War and Peace*. Milton Park: Taylor & Francis.
- Boix C. 2011.** Democracy, Development, and the International System. *American Political Science Review* 105: 809–828.
- Bond P., Mottiar S. 2013.** Movements, Protests and a Massacre in South Africa. *Journal of Contemporary African Studies* 31(2): 283–302.
- Bond P., Shauna S. 2013.** Movements, Protests and a Massacre in South Africa. *Journal of Contemporary African Studies* 31(2): 283–302.
- Brancati D. 2013.** Pocketbook Protests: Explaining the Emergence of Pro-Democracy Protests Worldwide. *Comparative Political Studies* 47(11): 1503–1530.
- Brenner N. 2013.** Theses on Urbanization. *Public Culture* 25(1): 85–114.
- Brinton C. 1952.** *The Anatomy of Revolution*. New York: Vintage.
- Burean T., Badescu G. 2013.** *Online and Offline Political Participation in Romania*. Available at SSRN 2304567.
- Castells M. 1972.** *La Question Urbaine*. Paris: François Maspéro.

- Castells M. 1983.** *The City and the Grassroots*. Berkely, CA: University of California Press.
- Cederman L.-E., Weidmann N. B. 2017.** Predicting Armed Conflict: Time to Adjust our Expectations? *Science* 355(6324): 474–476.
- Davis M. 2017.** *Buda's Wagon: a Brief History of the Car Bomb*. New York: Verso Books.
- De Mesquita B. B., Morrow J. D., Siverson R. M., Smith, A. 2002.** Political Institutions, Policy Choice and the Survival of Leaders. *British Journal of Political Science* 32(4): 559–590.
- Dorogush A., Ershov V., Gulin A. 2018.** *CatBoost: Gradient Boosting with Categorical Features Support*. arXiv preprint arXiv:1810.11363.
- Eckstein S. 1989.** *Power and Popular Protest in: Latin American Social Movements*. Berkeley: University of California Press.
- Enikolopov R., Makarin A., Petrova M. 2017.** *Social Media and Protest Participation: Evidence from Russia*. Available at SSRN 2696236.
- Epstein D. L., Bates R., Goldstone J., Kristensen I., O'Halloran S. 2006.** Democratic Transitions. *American Journal of Political Science* 50(3): 551–569.
- Fominaya C. F., Cox L. 2013.** *Understanding European Movements: New Social Movements, Global Justice Struggles, Anti-Austerity Protest*. London: Routledge.
- Gleditsch K., Rivera M. 2017.** The Diffusion of Nonviolent Campaigns. *Journal of Conflict Resolution* 61(5): 1120–1145.
- Goldstone J. 2002.** Population and Security: How Demographic Change Can Lead to Violent Conflict. *Journal of International Affairs* 56(1): 3–21.
- Goldstone J. A., Bates R. H., Epstein D. L., Gurr T.R., Lustik M. B., Marshall M. G., Woodward M. 2010.** A Global Model for Forecasting Political Instability. *American Journal of Political Science* 54(1): 190–208.
- Goldstone J. A., Marshall M. G., Root H. 2014.** Demographic Growth in Dangerous Places: Concentrating Conflict Risks. *International Area Studies Review* 17(2): 120–133.
- Goldstone J., McAdam D. 2001.** Contention in Demographic and Life-course Context. *Silence and Voice in the Study of Contentious Politics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gupta D. K. 2008.** *Understanding Terrorism and Political Violence: The Life Cycle of Birth, Growth, Transformation, and Demise*. London: Routledge.
- Hall R. L., Rodeghier M., Useem B. 1986.** Effects of Education on Attitude to Protest. *American Sociological Review* 51: 564–573.

- Hamel P. 2014.** Urban Social Movements. *Handbook of Political Citizenship and Social Movements* / Ed. by H. van der Heijden. Cheltenham: Edward Elgar. Pp. 464–492.
- Hanushek E. A., Woessmann L. 2012.** Schooling, educational achievement, and the Latin American Growth Puzzle. *Journal of Development Economics* 99(2): 497–512.
- Hardt M., Negri A. 2009.** *Commonwealth*. Cambridge, CT: Harvard University Press.
- Harvey D. 2012.** *Rebel Cities: From the Right of the City to Urban Revolution*. London: Verso.
- Hibbs D. A. 1973.** *Mass Political Violence: A Cross-National Causal Analysis*. New York: Wiley.
- Hsiao C.-R., Raghavan T. E. S. 1993.** Shapley Value for Multichoice Cooperative Games, I. *Games and Economic Behavior* 5(2): 240–256.
- Huntington S. 1968.** *Political Order in Changing Societies*. New Haven: Yale University Press.
- Huntington S. 1996.** *The Clash of Civilizations and the Remaking of World Order*. New York, NY: Simon & Schuster.
- IMF 2019.** *World Economic Outlook Database*. URL: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2019/01/weodata/index.aspx>.
- Inglehart R, Welzel C. 2005.** *Modernization. Cultural Change, and Democracy: The Human Development Sequence*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jenkins C. J., Wallace M. 1996.** The Generalized Action Potential of Protest Movements: The New Class, Social Trends, and Political Exclusion Explanations. *Sociological Forum* 11(2): 183–207.
- Korotayev A., Bilyuga S., Shishkina A. 2018.** GDP Per Capita and Protest Activity: A Quantitative Reanalysis. *Cross-Cultural Research* 52(4): 406–440.
- Korotayev A., Issaev L., Malkov S., Shishkina A. 2013.** Developing the Methods of Estimation and Forecasting the Arab Spring. *Central European Journal of International and Security Studies* 7(4): 28–58.
- Korotayev A., Zinkina J., Kobzeva S., Bozhevolnov J., Khaltourina D., Malkov A., Malkov S. 2011.** A Trap at the Escape from the Trap? Demographic-structural Factors of Political Instability in Modern Africa and West Asia. *Cliodynamics* 2(2): 276–303.

- Kostelka F., Rovny J. 2019.** It's not the Left: Ideology and Protest Participation in Old and New Democracies. *Comparative Political Studies* 52(11): 1677–1712.
- Książek W., Abdar M., Acharya U. R., Plawiak P. 2019.** A Novel Machine Learning Approach for Early Detection of Hepatocellular Carcinoma Patients. *Cognitive Systems Research* 54: 116–127.
- LaGraffe D. 2012.** The Youth Bulge in Egypt: An Intersection of Demographics, Security, and the Arab Spring. *Journal of Strategic Security* 5(2): 65–80.
- Lipset S. M. 1959.** Some Social Requisites of Democracy: Economic Development and Political Legitimacy. *American Political Science Review* 53(1): 69–105.
- Machado F., Scartascini C., Tommasi M. 2009.** *Political Institutions and Street Protests in Latin America*. Inter-American Development Bank Working Paper Series. No. IDB-WP-110.
- Machado F., Scartascini C., Tommasi M. 2011.** Political Institutions and Street Protests in Latin America. *Journal of Conflict Resolution* 55(3): 340–365.
- Moller H. 1968.** Youth as a Force in the Modern World. *Comparative Studies in Society and History* 10(3): 237–260.
- Morris A. D., Staggenborg S. 2004.** Leadership in Social Movements. *The Blackwell Companion to Social Movements* / Ed. by D. Snow, S. Soule, H. Kriesi. Oxford, UK: Blackwell Publishing. Pp. 171–196.
- Moseley M. 2015.** Contentious Engagement: Understanding Protest Participation in Latin American Democracies. *Journal of Politics in Latin America* 7(3): 3–48.
- Mueller H., Rauh C. 2018.** Reading between the Lines: Prediction of Political Violence using Newspaper Text. *American Political Science Review* 2: 358–375.
- Nam T. 2007.** Rough Days in Democracies: Comparing Protests in Democracies. *Economic Journal of Political Research* 46(1): 97–120.
- Ong L., Han D. 2019.** What Drives People to Protest in an Authoritarian Country? Resources and Rewards vs Risks of Protests in Urban and Rural China. *Political Studies* 67(1): 224–248.
- Ortiz I., Burke S., Berrada M, Cortes H. 2013.** *World Protests 2006–2013*. Rochester, NY: Social Science Research Network. SSRN Scholarly Paper. URL: <https://papers.ssrn.com/abstract=2374098>.
- Perry C. 2013.** Machine Learning and Conflict Prediction: a Use Case. *Stability: International Journal of Security and Development* 2(3): 56–64.

- Pilania G., Gubernatis J. E., Lookman T. 2017.** Multi-fidelity Machine Learning Models for Accurate Bandgap Predictions of Solids. *Computational Materials Science* 129: 156–163.
- Prokhorenkova L., Gusev G., Vorobev A., Dorogush A., Gulin A. 2018.** CatBoost: Unbiased Boosting with Categorical Features. *In Advances in Neural Information Processing Systems* December: 6638–6648.
- Przeworski A., Limongi F. 1997.** Modernization: Theories and Facts. *World Politics* 49(2): 155–183.
- Rejai M., Phillips K. 1988.** *Loyalists and Revolutionaries: Political Leaders Compared*. New York: Praeger.
- Schuurman F., Van Naerssen T. 2011.** *Urban Social Movements in the Third World*. London; New York: Routledge.
- Siegenfeld A. F., Bar-Yam Y. 2020.** Negative Representation and Instability in Democratic Elections. *Nature Physics* 16(2): 186–190.
- Slater D. 1985.** *Cultures in Conflict: Social Movements and the State in Peru*. Berkeley: University of California Press.
- Smith J., Wiest D. 2012.** *Social Movements in the World-System: The Politics of Crisis and Transformation*. New York: Russell Sage Foundation.
- START [National Consortium for the Study of Terrorism and Responses to Terrorism] 2020.** *Global Terrorism Database*. College Park, MD: National Consortium for the Study of Terrorism and Responses to Terrorism. URL: <https://www.start.umd.edu/gtd/>.
- Su Y.-P. 2015.** Anti-Government Protests in Democracies: A Test of Institutional Explanations. *Comparative Politics* 47(2): 149–167.
- Tan L., Ponnam S., Gillham P., Edwards B., Johnson E. 2013.** Analyzing the Impact of Social Media on Social Movements: a Computational Study on Twitter and the Occupy Wall Street Movement. *Proceedings of the IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining* 2013: 1259–1266.
- Tarrow Si. 2003.** *Power in Movement: Social Movements and Contentious Politics*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tickner J. A. 2001.** *Gendering World Politics: Issues and Approaches in the Post-Cold War Era*. New York: Columbia University Press.
- Tilly C. 1995.** Contentious Repertoires in Great Britain, 1758–1835. *Repertoires and Cycles of Collective Action* / Ed. by M. Traugott. Durham, NC: Duke University Press. Pp. 15–42.
- Tilly C., Wood L. 2009.** *Social Movements, 1768–2008*. London: Paradigm Publishers.

- Urdal H. 2008.** Population, Resources, and Political Violence: A Subnational Study of India, 1956–2002. *Journal of Conflict Resolution* 52(4): 590–617.
- Vanhuysse P. 2006.** *Divide and Pacify: Strategic Social Policies and Political Protests in Post-Communist Democracies*. Budapest: Central European University Press.
- Veltmeyer H., Petras J. 2002.** The Social Dynamics of Brazil's Rural Landless Workers' Movement: Ten Hypotheses on Successful Leadership. *Canadian Review of Sociology and Anthropology* 39(1): 1–21.
- Walton J., Seddon D. 1994.** *Free Markets and Food Riots: The Politics of Structural Adjustment*. Oxford: Blackwell.
- World Bank 2020.** *World Development Indicators Online*. URL: <http://data.worldbank.org/indicator>.
- Zinkina J., Christian D., Grinin L., Ilyin I., Andreev A., Aleshkovski I., Korotayev A. 2019.** *A Big History of Globalization: The Emergence of a Global World System*. Cham: Springer.