

# Климатическая миграция и возможности ее моделирования

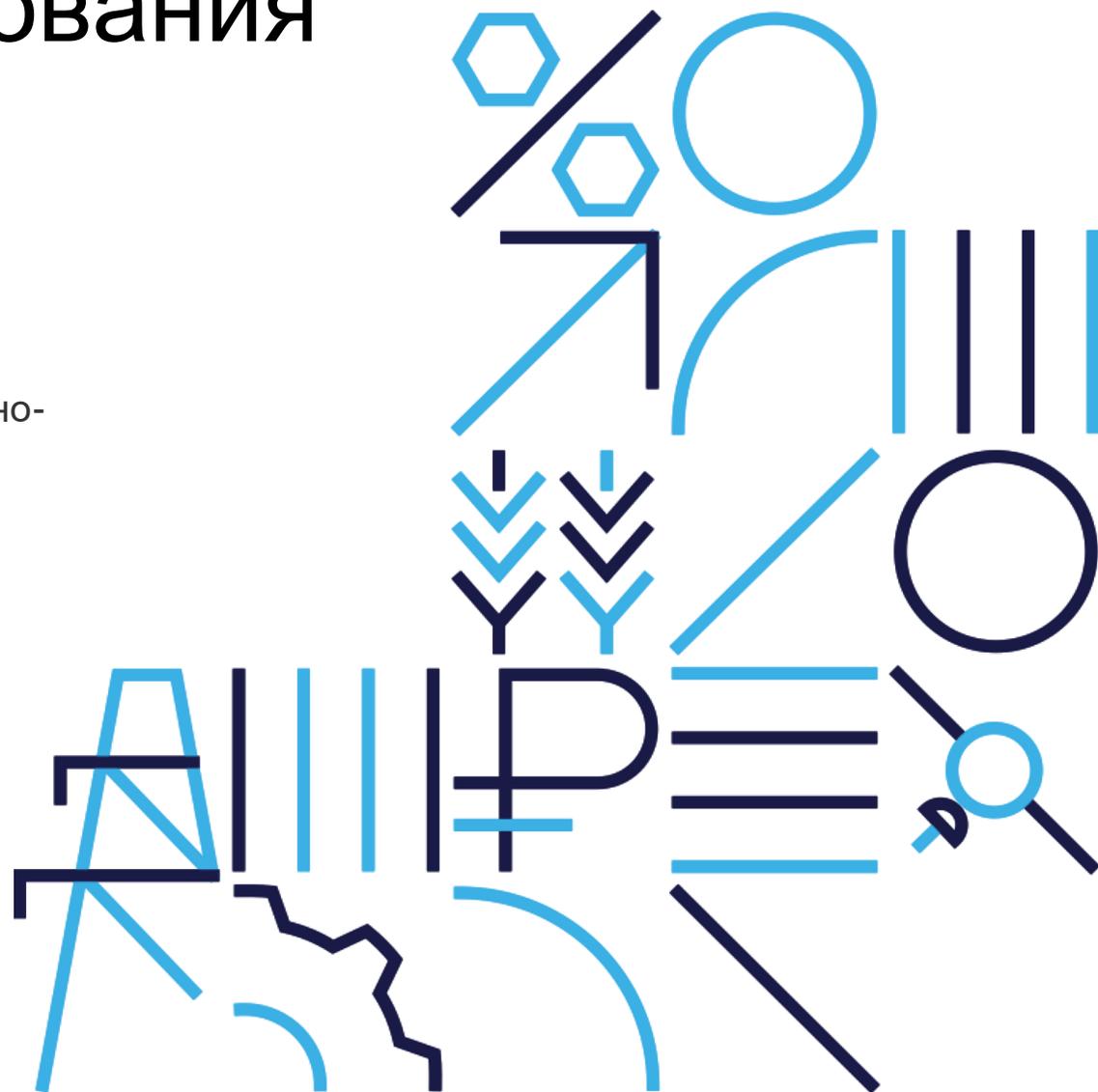
Единак Екатерина Александровна  
Ксенофонтов Дмитрий Михайлович

II Всероссийская конференция «Пространственный анализ социально-экономических систем: история и современность»

11-15 октября 2021 г.  
г. Новосибирск



Институт  
Народнохозяйственного  
Прогнозирования РАН



1.

Миграция и изменение климата

**1** Представители ООН в Давосе призывали мир **«приготовиться к появлению миллионов переселенцев, вынужденных покинуть свои дома в связи с изменениями климата»**.

*<https://www.reuters.com/article/us-davos-meeting-refugees/world-needs-to-prepare-for-millions-of-climate-refugees-u-n-idUSKBN1ZK1Q2>*

**2** По оценке Всемирного банка в результате изменения климата к **2050 г. будут вынуждены мигрировать внутри стран более 143 млн чел.** (из-за ухудшения водообеспеченности части районов, снижения продуктивности сельскохозяйственных культур, повышения уровня моря и штормовых нагонов). Рассматривались три региона планеты: Тропическая Африка, Южная Азия и Латинская Америка.

*Rigaud, Kanta Kumari; de Sherbinin, Alex; Jones, Bryan; Bergmann, Jonas; Clement, Viviane; Ober, Kayly; Schewe, Jacob; Adamo, Susana; McCusker, Brent; Heuser, Silke; Midgley, Amelia. 2018. Groundswell : Preparing for Internal Climate Migration. World Bank, Washington, DC.*

**3** Согласно расчетам IPCC, при глобальном потеплении на 1,5 градуса Цельсия **более 950 миллионов человек** окажется в зонах риска засух, деградации земель и дефицита воды.

*<https://www.ipcc.ch/srccl/>*

**4** Согласно прогнозам Международной организации по миграции (ИОМ), общее число климатических мигрантов к **2050 г. вырастет до 200 миллионов человек.**

По данным Международной организации по миграции (ИОМ) в 2018 г. – 17,2 млн чел. в 144 странах стали мигрантами в результате внезапных бедствий.

**Environmental Migration** (2007 г.) - миграция, связанная с экологическими изменениями состояния окружающей среды.

**Climate migration** (2019 г.) – миграция, связанная с изменением состояния окружающей среды в связи с изменением климата.

*Glossary on Migration (IOM)*

**Мобильность людей предлагается рассматривать как один из механизмов адаптации к изменению климата, снижения риска бедствий.**

### 1. IOM's Displacement Tracking Matrix (DTM)

[https://www.migrationdataportal.org/themes/environmental\\_migration\\_and\\_statistics](https://www.migrationdataportal.org/themes/environmental_migration_and_statistics)

### 2. Global Internal Displacement Database (Модель риска глобального перемещения)

<https://www.internal-displacement.org/database>

### 3. The CLIMIG database

Сложно отделить факторы окружающей среды от других факторов миграции: социально-экономических, политических, демографических, культурных и личных.

И именно поэтому термины «климатический» и «экологический» мигрант подверглось в свое время критике, потому что никогда не будет возможно идентифицировать группу людей, которые мигрируют только из-за экологических причин.

- Тема связи миграции и климата – не новая. Первые теории миграции в XIX в. включали изменение окружающей среды как фактор миграции (законы Ревенштейна).
- В XX в. этот фактор утратил интерес исследователей. Прежде всего потому, что считалось, что в результате технологического прогресса влияние природы на человеческую жизнь сократится. И в этой связи в моделях миграции главная роль отдавалась **экономическим факторам**.
- Конец XX в. связан со сменой парадигмы: переход от идеи контроля человека над окружающей средой к парадигме климатических изменений в результате деятельности человека. Климат и экология стали вновь рассматриваться как факторы миграции населения и вернулись во внимание и ученых, и политиков.
- Заполитизированность темы. По мнению ряда экспертов, поскольку *миграция является важным ответом на изменение климата, то главным критерием распределения «климатических мигрантов» по странам должны стать исторические объемы выбросов парниковых газов странами.*

2.

Оценка миграционных последствий  
климатических изменений

# Факторы миграции, которые прямо или опосредованно могут быть связаны с изменением климата



- 1 Собственно климатические изменения**  
(локальные изменения средних температур приземного воздуха, количества осадков и их распределения в течение года, ветровой нагрузки, частоты погодных аномалий => изменение объема и эффективности сельскохозяйственного производства, изменение потребности в энергоресурсах на нужды отопления, изменение затрат, связанных с ликвидацией последствий экстремальных погодных явлений).
- 2 Изменения природных условий жизни людей, являющиеся следствием длительного воздействия изменения климата**  
(процессы опустынивания или, наоборот, избыточного увлажнения территорий, сопровождающиеся деградацией природных экосистем и препятствующие сельскохозяйственной деятельности; таяние льдов в российском секторе Арктики, облегчающее развитие судоходства по СМП; сокращение зоны многолетней мерзлоты, повышающее риски эксплуатации созданных ранее объектов производственной и социальной инфраструктуры российского Севера).
- 3 Группа политико-экономических факторов**  
Влияют на рыночную конъюнктуру и условия ведения хозяйства через реализацию мер государственного регулирования экономики, направленных на сдерживание темпов глобального потепления, и/или на адаптацию к ожидаемым климатическим изменениям.

## Экологическая и климатическая миграция

**Задача моделирования миграции –** отразить влияние технологических сдвигов в экономике, вызванных в том числе реализацией мер климатической политики, на динамику и структуру миграционных потоков.

# Моделирование миграции на базе PADS связывает миграционный поток в регион с его социально-экономическим положением относительно других регионов



Подход, реализуемый  
на базе PADS:

$$x_i = (a_i + b_i \times Migr) \times F \times Z$$

аддитивная часть

мультипликативная часть

где  $x_i$  – входящий поток мигрантов в регион  $i$ ;  
 $Migr$  – суммарный миграционный поток, который моделируется от макропараметров;  
 $a_i, b_i$  – параметры оценивания

$$F = \left(\frac{y_i}{Y}\right)^{-\lambda_i} \prod_{k=1}^n \left(\frac{y_i}{y_k}\right)^{-\lambda_i \times s_k}$$

среднедушевой доход

$$Z = \left(\frac{m_i}{M}\right)^{-\delta_i} \prod_{k=1}^n \left(\frac{m_i}{m_k}\right)^{-\delta_i \times s_k}$$

Доля отраслей-«потребителей» труда мигрантов

## Модель имеет 410 степеней свободы.

Наличие аналитических выражений для уравнений модели (и, следовательно, для их производных по параметрам оценивания) позволяет использовать метод градиентного спуска с обратным распространением ошибки.

## Программная реализация:

Модель написана на языке Python 3.

Процесс подбора оптимальных параметров модели реализован средствами библиотеки автоматического дифференцирования TensorFlow 2.

В качестве оптимизатора используется модифицированный метод градиентного спуска на базе алгоритма ADAM.

Модель была векторизована, что позволяет использовать GPU для ускорения процесса поиска решения.

$y_i$  – среднедушевой доход в регионе  $i$ ;

$Y$  – среднедушевой доход в РФ;

$m_i$  – доля ВРП отрасли/отраслей в регионе  $i$  в суммарной величине ВРП;

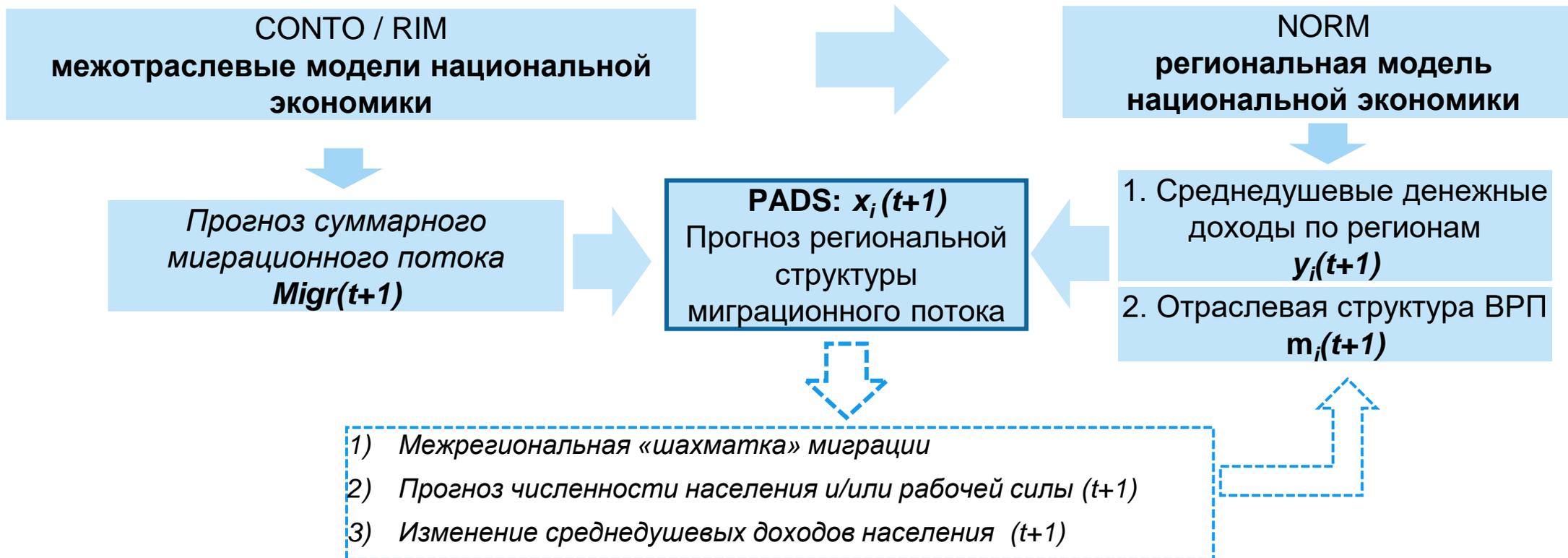
$M$  – средняя по России доля отрасли/отраслей в суммарной величине ВРП;

$s_k$  – доля региона  $i$  в суммарном миграционном потоке в базовом периоде

$\lambda_i$  – параметр оценивания.

# Подход позволяет факторно прогнозировать миграционные потоки: он гармонично вписывается в систему прогнозных моделей ИНП РАН

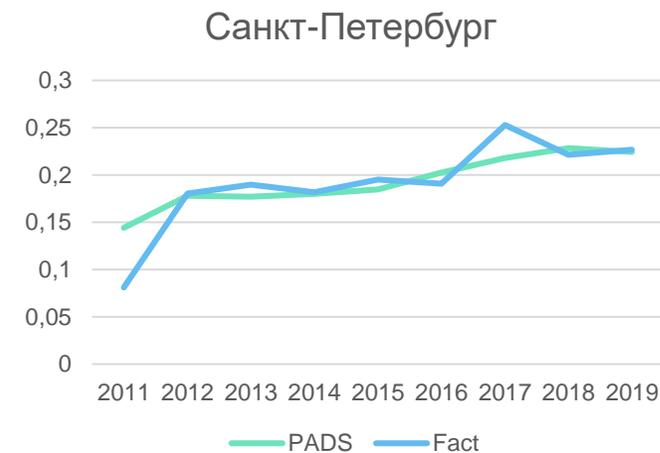
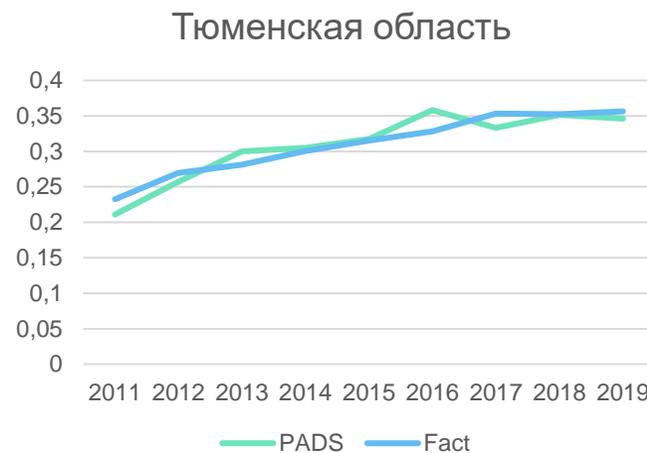
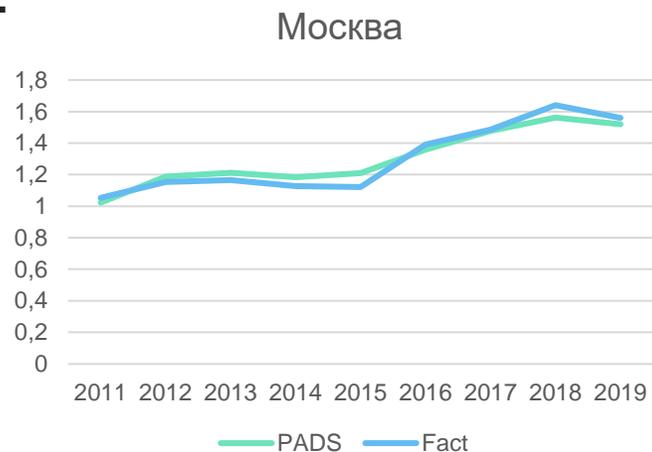
Для прогнозного периода  $(t+1)$ :



# Моделирование входящих потоков временных трудовых мигрантов в регион на базе однофакторной модели PADS: ретроспективный прогноз



Млн.чел.



Тыс.чел.



1. Учесть отраслевую структуру ВРП регионов в уравнениях PADS
2. Рассмотреть несколько макро и региональных прогнозных сценариев (разумный, агрессивный, инерционный) для оценки влияния государственного регулирования национальной экономики в результате реализации мер климатической политики на объемы регионального спроса на труд мигрантов.
3. Оценить возможности удовлетворения регионального спроса за счет внутренних трудовых мигрантов. Для решения этой задачи могут быть привлечены региональные балансы трудовых ресурсов.

# Контакты



[www.ecfor.ru](http://www.ecfor.ru) / edinak



[edinak\\_e@mail.ru](mailto:edinak_e@mail.ru)