

# Устойчивое развитие градостроения при финансовых ограничениях

**Винсен ПИРОН**

**ООО ««Пирон Консалтинг»**

**Жан ДЕЛОНС**

**Директор Экономического департамента и трафика («Кофирут»)**

Среди слов, наиболее употребляемых в последнее время, можно увидеть группу слов, связанную с «устойчивостью» и группу слов, связанную с «задолженностью». Эти слова охватывают понятия относительно простые и точные (например, основное значение слова «устойчивость» и значение слова «долг»<sup>1</sup>, как они предлагаются в словаре).

Гро Х. Брунтланд дала определение устойчивому развитию как такому, которое «отвечает на насущные нужды, не ограничивая возможности будущих поколений отвечать на их собственные нужды». Вопрос равенства между поколениями лежит в основе данной концепции. Стабильность заключается в передаче нашим детям мира, который не стал хуже по сравнению с тем, который унаследовали мы сами от предыдущих поколений. С финансовой точки зрения, мы могли бы сказать это словами старых буржуа из Лиона: «жить интересами и не трогать капитал».

То же самое можно сказать о значении слова «долг»: уровень задолженности сегодня не должен ограничивать финансовые возможности будущих поколений и гарантировать им средства на собственное содержание и возможность делать инвестиции. Предприятия и население знают это хорошо: за некоторыми исключениями, задолженности погашаются. Но государства пользуются другой логикой, так как тот, кто вводит государство в долги, не станет возвращать этот долг из своих собственных средств. Это означает, что государственные решения, которым фактически подчиняется больше чем половина мировых финансов, должны быть приняты с особой осторожностью, правильно разделяя капитальные затраты и те, что относятся к управлению. Формально конечно же, государственный учёт относится с уважением к этому разделению, но наибольшее количество инвестиций не приносит дохода и не заслуживает названия «инвестиции».

Очень часто, «устойчивость» сводится к единственно экологическому подходу и понятие долга исчезает за государственными гарантиями или гарантиями по неисполнению обязательств типа default swap, проданными покупателям, которые не имеют ни малейшего понятия о том, что купили, и т.д.

---

<sup>1</sup> Определение: денежная сумма, взятая в займы и подлежащая возврату

При наблюдении за расходами и инвестициями, мы сосредоточим наши рассуждения на городах, так как именно они концентрируют основную часть приведённой стоимости за вычетом расходов (инвестиции и эксплуатация), которые являются необходимым элементом для гармоничного функционирования страны. Составная «инвестиции» является к тому же слабой стороной, по сравнению со составной «функционирование». Уже 50 % мирового населения живёт в городах (приблизительно 3 миллиарда человек) и если ныне строящиеся города не будут стабильны, то мир столкнётся с социальными проблемами в беспрецедентных масштабах.

Вопрос заключается, таким образом, в том, чтобы понять, как сочетаются понятия «устойчивость» и «долг», или другими словами, как наилучшим образом направить инвестиции и принципы управления городами на строительство таких городских структур, которые в конечном счете приведут к созданию городов в «условиях устойчивого развития».

В 2008 г. мы представили в журнале (Revue «Transports» № 449, май-июнь 2008 г.) новое программное обеспечение по урбанистическому моделированию под маркой Pirandello®, которое описывает урбанистическое равновесие отдельно взятого города. В этой статье мы кратко напомним о принципе этой модели, и подробнее изложим, каким образом мы её улучшили с 2010 года, в частности принимая во внимание бюджетные ограничения, связанные с задолженностью (или другими словами с финансированием).

## **Напомним о принципе баланса программного обеспечения Pirandello®.**

### **Принцип**

Значительное место в Модели Pirandello отведено доступности, и мы в большой степени опирались на «теорию доступности»<sup>2</sup>. Кратко резюмируя эту теорию, можно сказать, что она демонстрирует тот факт, что, чем многочисленнее взаимодействия между различными партнёрами, живущими (или расположенными) в данной агломерации, и чем меньше они стоят с точки зрения затрат времени и денег, тем больше создаётся богатств внутри этой агломерации. Доступность исчисляется и может быть выражена в евро. Это величина, которую люди высоко ценят, если хотят «переехать в город». Благодаря ей мы наблюдаем тенденцию к концентрации как населения, так и рабочих мест.

С другой стороны, люди нуждаются в жилищном пространстве. Их «домашний комфорт» намного улучшится, если у них будет больше места для жилья и для различных видов деятельности в повседневной жизни, таких как обучение в школе, развлекательные и культурные мероприятия, общественно-социальная деятельность, медико-санитарные потребности, места богослужения...

Семьи делают выбор места жительства по личному усмотрению, но все же принимая во внимание свои финансовые возможности.

То же самое касается и предприятий. В то время как доступность рабочих мест и рынков является основополагающим критерием в этом выборе, местоположение предприятия будет зависеть от многих параметров. Но и в этом случае, ход принятия этого решения предприятием выражен очень простым уравнением равновесия. Конечно, вопросы налогообложения как для

---

<sup>2</sup> Эта теория была разработана Ж.-Ж. Кёнигом и Ж. Пулитом и одновременно в Соединённых Штатах Мак Фаденом

предприятий, так и для домашних хозяйств, играют важную роль в принятии решения о местоположении и поэтому представлены как дополнительные элементы уравнения.

Принцип модели Pirandello состоит в следующем: мы предположили, **что город находится в равновесии**, или другими словами, центростремительные силы, которые способствуют концентрации населения и предприятий в городе, уравновешиваются центробежными силами (главным образом, социального и экономического порядка), которые способствуют отдалению от центра населения и предприятий, которым бы хотелось иметь больше места, но которые ограничены бюджетными соображениями. Чтобы прийти к этому равновесию, Pirandello моделирует поведение населения и предприятий, принимая за основную гипотезу следующее: правильно выбирая своё географическое расположение, население и предприятия пытаются максимизировать свою прибыль (финансовые богатства для предприятий и благосостояние для населения), принимая во внимание существующие бюджетные ограничения.

Конечно, не все население имеет идентичные ограничения в бюджете. Поэтому мы разделили население по их доходам на восемь уровней: это будет приблизительная оценка социологического аспекта проблемы.

Уравнения равновесия **объяснить довольно просто**: они наилучшим образом представляют противоречивые условия, при которых население (1) и предприятия (2) были бы удовлетворены:

$$\text{Доступность} + \text{Домашний Уют} + \text{Окружающая среда} - \text{Расходы} = \text{Константа (1)}$$

$$\text{Продуктивность} - \text{Зарплата} - \text{Налогообложение} - \text{Расходы} = \text{Константа (2)}$$

Три самых важных механизма:

- выбор направления пути, в зависимости от времени и расходов на транспорт; это отклонение от «теории доступности», которое позволяет учитывать константу изменчивости;
- выбор местонахождения населения, в зависимости от цены на кв.м., от доступности и их доходов, население ищет место жительства, которое наилучшим образом отвечает его запросам;
- механизм образования цен на недвижимость и новое строительство, при этом цены и строительство зависят от спроса.

Таким образом, мы получаем математическое представление *урбанистического равновесия*, которое отражает общераспространенное поведение населения (за исключением выбора времени отправления...), предприятий и собственников, и которое позволяет воспроизвести сдвиги урбанистического равновесия в зависимости от разнообразия структурных параметров города.

Эта модель относится к категории LUTI<sup>3,4</sup>, в то же самое время отличаясь от сложных моделей этого типа, основанных на динамической концепции. В то время, как модели этого типа нуждаются в различных гипотезах, влияющих на результат, и которые поэтому имеют ограниченную

---

<sup>3</sup> Землепользование и Транспорт

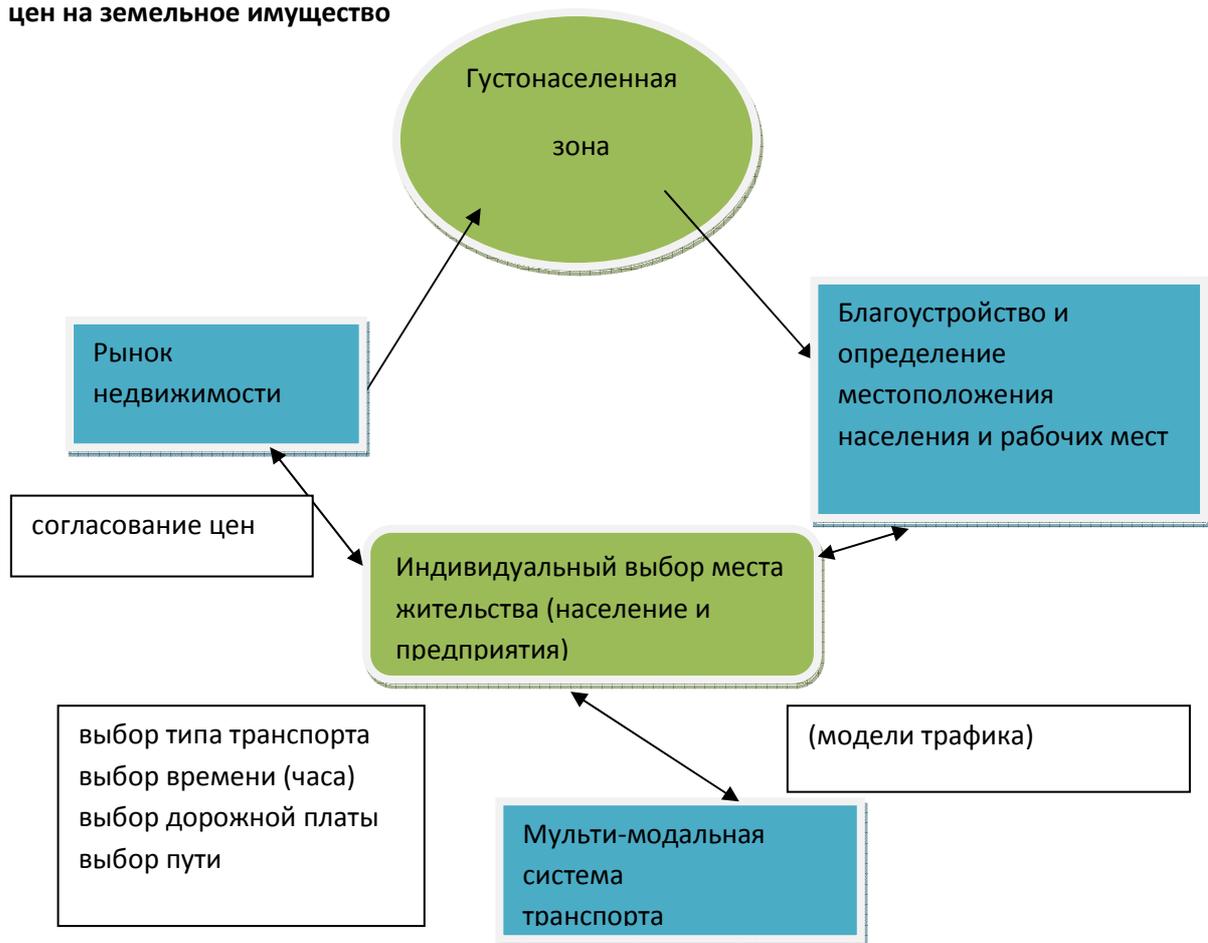
<sup>4</sup> Модель была разработана в сотрудничестве с Национальным Агентством Исследований, Институтом Городского планирования и Развития, Лабораторией Экономики Транспорта, Лабораторией Транспорта Городской Мобильности, Транспортной компанией в Иль де Франс.

эконометрическую эффективность, Pirandello® удалось отразить ситуацию урбанистического равновесия в расчете на длительный период времени благодаря использованию методов, позволяющих не брать во внимание индивидуальные траектории населения и рабочей силы, которые очень трудно предугадать, но опираясь на точные и надежные микро-экономические принципы.

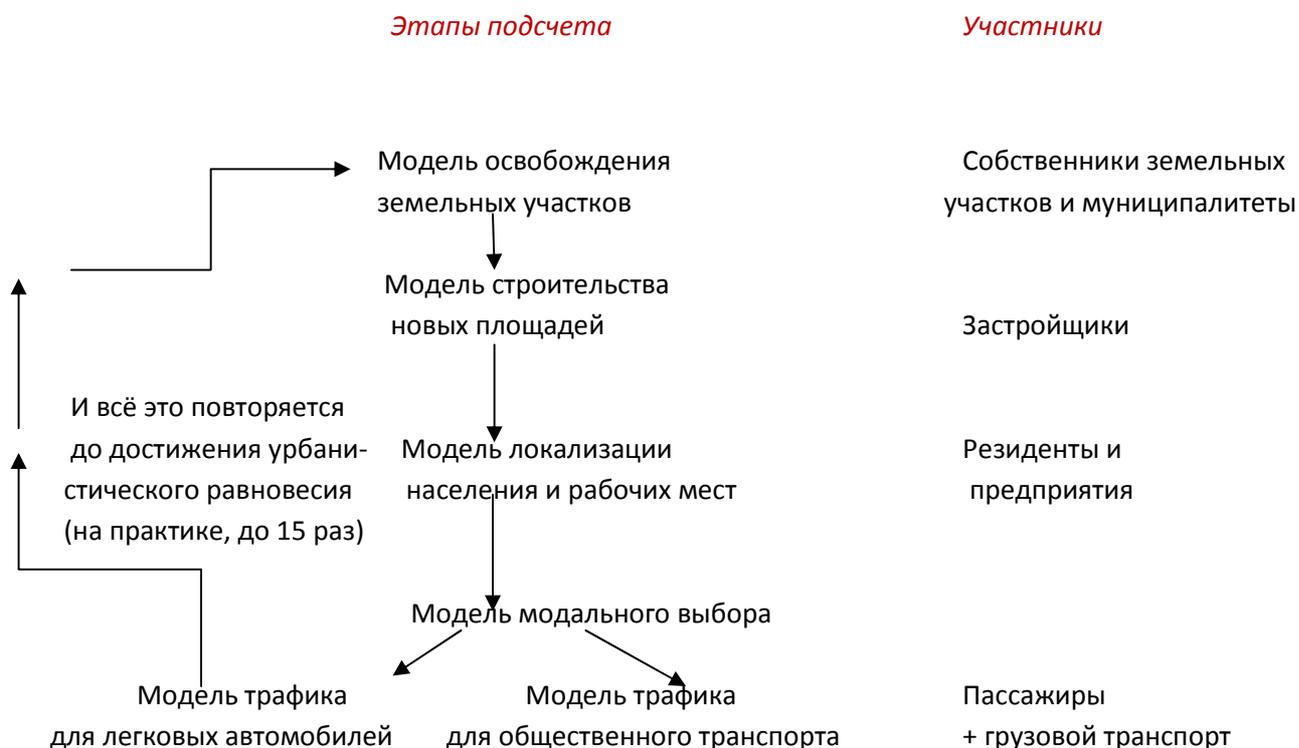
## Пояснительные схемы

Стремление к доступности  
ведет к концентрации  
населения и к увеличению  
цен на земельное имущество

Поиск жилых площадей ведёт к  
рассредоточению населения



## Принцип модели Pirandello.



### Изменения, внесённые после первой версии модели

Конечная цель модели Pirandello – помочь внести максимум объективной и научной информации по функционированию урбанистических зон, то есть, по поведению населения, предприятий и управленческих органов, принимая во внимание бюджетные ограничения. Как все модели, Pirandello является рационализатором, она дает более радикальное представление о поведении, потому что описать все социальные урбанистические взаимодействия представляется невозможным. Именно поэтому не нужно пренебрегать параметрами, которые не были учтены, а стоит провести тесты или сделать сопоставления, чтобы проверить таким образом действительно ли неучтённые параметры так незначительны, как это может показаться. Развитие модели происходит согласно следующему принципу. Мы взяли как исходную базу устойчивое и достаточно простое программное обеспечение, и прибавив параметры, основанные на серии длинных статистических данных, создали надежную модель, которую мы затем обогатили, приняв во внимание дополнительные параметры, не ставящие под угрозу ее стабильность. Таким образом, первоначальное программное обеспечение было полностью изменено и поставлено на службу экономической модели.

## **Дополнительные параметры поведенческого описания**

### *Закон формирования цен на жилую площадь*

Опираясь на естественную логику, жители пытаются совместить три подхода при покупке квартиры: конкретно представить себе каждодневное пользование жилплощадью, примерно представить те места, куда они будут относительно редко выезжать, и наконец, постараться вычислить прибыль при перепродаже этой жилплощади. По сравнению с предыдущей версией в процедуру расчёта цен на недвижимость были внесены значительные изменения.

### *Долгосрочное равновесие: доступ к недвижимости*

На самом деле, у жителей есть выбор стать собственниками, или остаться квартиросъёмщиками, либо из-за отсутствия доходов, либо потому что у них есть более выгодные инвестиции. Кроме того, существует разница между ценами на кв.м. при покупке квартиры и при аренде квартиры.

Рассмотрим типичного жителя. Он вкладывает деньги в недвижимость в том случае, если приведенная стоимость (оцениваемая с помощью психологической ставки  $\psi$ ) извлеченных в течение года услуг по сравнению со стоимостью его квартиры носит положительный характер.

Состояние рынка на максимальную цену записывается так:

$$p = \frac{1}{a(i) - \psi} \left[ s^{\alpha-1} + Acc(i) / s \right]$$

где  $S$  представляет площадь на душу населения и  $Acc$  доступность

Когда процентная ставка по кредиту на недвижимое имущество очень низка, как в данный момент, то член уравнения  $a(i) - \psi$  имеет маленькое значение, что означает, что цены на недвижимость растут, в то время, как арендная плата, часто обусловленная в таких случаях относительно большой длительностью арендных договоров, остается достаточно стабильной.

То, что очень важно, это введение четко сформулированного понятия доступности применительно к функции цены, а также сохранение маргинальной стоимости.

Но идея ясна: такая механика образования цен ведёт к тому, что совокупность избытков перекидывается на цены на недвижимость!

### *Рассмотрение риска по отношению к оценке недвижимости*

Учитывая крупные размеры капитала на приобретение недвижимости, будет уместно повысить премию за риск.

Домохозяйствам сложно принять решение инвестировать в недвижимость потому, что такие операции нельзя «поделить» на маленькие независимые проекты, таким образом уменьшив риск.

Оценка риска, который домохозяйства берут на себя, решая приобрести недвижимость, зависит от относительного размера инвестиций. Начиная с обусловленного размера, в случае если домохозяйство потерпело провал в реализации такого проекта, само существование этого домохозяйства может встать под угрозу.

Конечно же, любое домохозяйство выбирает такие проекты по недвижимости, которые бы ему позволили развить и приумножить имущество; но, прежде всего, домохозяйства озабочены вопросами выживания. Это переводится как «неприятие риска», которое мы можем наблюдать по отношению к проектам, размеры которых могут поставить под угрозу само существование домохозяйства.

Следовательно, в случае получения предполагаемой прибыли, было бы уместно приравнять пользу, полученную от проекта, к актуализированной финансовой выгоде; и наоборот, в случае отрицательного дохода, или, по крайней мере, дохода ниже ожидаемого, было бы разумно оценить потерю как можно более серьёзно, потому что если потери имеют крупные масштабы, то они могут привести домохозяйство к банкротству.

Таким образом стремление максимизировать не предполагаемую прибыль, а ожидаемую пользу от реализации проекта, принимая во внимание грозящий риск банкротства, является правильным подходом к анализу проекта. Это записывается таким образом: –

$$C = \int u(t) \cdot \ln(t, m, \sigma) dt$$

Где:

- $u(t)$  - функция пользы, полученной хозяйством, при данном уровне актуализированных доходов;
- $\ln(t, m, \sigma)$  распределение вероятностей, следуя закону нормального распределения, средней величины  $m$  и стандартного отклонения  $\sigma$

*Таким образом, величина  $C$  позволяет учитывать соотношение между размером домохозяйства и значительностью проекта по недвижимости и применительна для финансовых моделей в общем и для модели Pirandello в частности .*

Нельзя не заметить прямую связь с ценами на недвижимость, и эта корреляция увеличивается с возрастанием площади недвижимости.

### **Типология рабочих мест**

В первоначальной версии модели, категоризация рабочих мест была довольно упрощенной и не учитывала в достаточной мере их географическое положение. Мы коренным образом изменили их описание, приняв во внимание новые параметры, более конкретного характера.

### **Закон расположения рабочих мест относительно характеристик рынка труда, сложившихся под влиянием экзогенных факторов:**

Рабочие места делятся на два типа:

- рабочие места в сфере обслуживания, обычно находящиеся поблизости и предполагающие непосредственный контакт с местным населением,
- все другие виды рабочих мест; речь идет о специалистах, работа которых как правило не связана с населением, живущим в зоне, где располагаются их рабочие офисы.

Это деление основано на существовании двух различных механизмов, первый из которых основан на привлекательности рабочих мест в сфере обслуживания (магазины и мелкая коммерция, медицинское обслуживание, местные отделения банков), второй же связан с профессиями узкой специализации (деловые банки, деловые адвокатские конторы, крупные фирмы). Сумма рабочих мест обоих типов соответствует в итоге «центрам занятости» (области, внутри которой население может найти работу не прибегая к переезду).

### Доступность рабочих мест

Каждое рабочее место, в том или ином виде, является пунктом назначения, то же самое верно в отношении каждого жителя по его месту жительства. Явление городской агломерации определяется в данном случае как возможность спровоцировать их сближение.

Функция полезности каждого назначения определяется так:

- для населения:  $u(i) = u_0 - t_{ij} + \epsilon$
- для рабочих мест следует учесть тот факт, что один и тот же человек не может занимать более одного рабочего места одновременно; из этого следует механизм соперничества между жителями, стремящимися занять приоритетные должности; если  $p^*$  - возможность занять должность, то :  $u(i) = u_0 \cdot p^* - t_{ij} + \epsilon$
- в сфере обслуживания мы учитываем для каждой определённой должности определённую целесообразность. Таким образом,  $u(i,j) = u_0(j) - t_{ij} + \epsilon$

$$Acc(i) = \frac{1}{\lambda} \log \left[ \sum_{pop} e^{u(j)} + \sum_{emplois^*} e^{u(j)} + \sum_{emplois\_locaux} e^{u(j)} \right]$$

### Доступность рабочих мест в сфере обслуживания

Это, как правило, деятельность «B to C» (бизнес для потребителя), т.е. охватывается периметр «население + рабочие места».

### Доступность других рабочих мест

Это, как правило, деятельность «B to B» (бизнес для бизнеса), т.е. охватывается периметр «константа населения + рабочие места».

### Внутренний процесс на рынке труда

И в заключение по вопросу о рабочих местах, мы затронули вопрос о рабочих местах, созданных благодаря улучшению транспортной доступности экономически привлекательных зон в черте города. Наш подход разбит на два этапа:

- мы анализируем законы распространения рынка труда под влиянием экзогенных факторов, т.е. используем их как исходные данные для модели;

- мы используем эти законы в общем виде в случае если рынок труда имеет переменный аспект, оценивая уровень создания новых рабочих мест вследствие улучшения транспортной доступности;

Затем, предполагая, что соотношение рабочих мест / населения остается постоянным, мы можем в полной мере оценить экономический эффект от государственных инвестиций, в том случае если они улучшают транспортную доступность<sup>5</sup>.

### **Закон расположения рабочих мест, рассматриваемый под влиянием экзогенных факторов рабочего рынка (внешние данные о количестве рабочих мест):**

Сосредотачивание рабочих мест происходит с целью максимизировать их эффективность, не упуская из внимания наличие этих рабочих мест. При уровне рабочих мест  $N$ , мы оцениваем распределение рабочих мест, используя функцию Логит «logit»<sup>6</sup>:

### **Закон расположения рабочих мест, рассматриваемый под влиянием эндогенных факторов рабочего рынка (расчет количества рабочих мест, выверенный с помощью модели)**

Но если гипотеза о величине рынка труда, сформировавшегося под влиянием экзогенных факторов, действительна для вычисления механизмов расположения в стадии калибровки, то ее эффективность намного более сомнительна в стадии прогнозирования сбалансированного проекта, где может быть создано каждое принципиально возможное рабочее место (другими словами, когда предельная производительность превышает свою стоимость). Это может привести к необходимости изменения программы оптимизации предприятий.

Использование такого подхода позволяет оценить каким образом создание рабочих мест зависит от улучшения транспортной сети или от других факторов, влияющих на улучшение доступности. Он учитывает эластичность количества рабочих мест при общей доступности, где варианты зависят главным образом от потраченного времени (поле скорости). Мы урегулировали эластичность, используя исследование INSEE ALISSE.

### **Офисная недвижимость**

Урбанистическое равновесие на самом деле является результатом множества операций по локализации домохозяйств и рабочих мест, осуществляемых в течение длительного периода времени. Как правило, все застроенные площади заняты. Исключением из этого правила являются площади, освобождающиеся при смене собственника. Они составляют приблизительно 5% от общих площадей, и к тому же, являются хорошим признаком напряженного рынка недвижимости. В том случае, когда все площади использованы, уместно говорить о *насыщенном урбанистическом равновесии*.

---

<sup>5</sup> Следует отметить, что улучшение доступности не означает обязательное создание дополнительных транспортных средств: разумное распределение рабочих мест по отношению к зонам проживания даёт очень положительные результаты. Окраины больших городов – один из примеров, где рабочие места «приближаются» к местам проживания.

<sup>6</sup> JF Thisse, A. de Palma, SP Anderson : Discrete choice theory of product differentiation

Но занятость невозможно сократить (имея ввиду то, что площадь офисов регулируется трудовым правом), так как невозможно приспособить площадь, отведенную на каждое рабочее место, к совокупности всей свободной площади. Поэтому возможны случаи, когда предложение ниже спроса, но они не являются примером равновесия, так как тогда имеет место автоматическое приращивание площадей, или ситуация неразрешима в том случае, если общая площадь остаётся недостаточной. Возможны также случаи, когда предложение офисных помещений избыточно по отношению к спросу: мы назовём эту конфигурацию *ненасыщенным урбанистическим равновесием*.

Начиная с того момента, когда предложенная площадь не уравновешена спросом на нее, следует придать большее значение свободной площади в одной отдельной зоне. Это позволяет обеспечить дополнительный выбор при каждом переезде. При моделировании месторасположения рабочих мест и уровня полезности необходимо учитывать эти новые параметры выбора.

### *Подсчёты в случае насыщенного урбанистического равновесия.*

Мы определяем функцию полезности  $u(i)$  для каждой местности:

$$\text{Для населения: } u(i) = u_0 - t_{ij} + \varepsilon$$

Что же касается рабочих мест, мы можем допустить, что в изучаемой зоне существует единый рынок, который выражается повторением функции «LOGIT» на регулярной основе. Допустим,  $f$  является долей обновления офисных помещений для рассматриваемого периода. Таким образом можно считать эту долю неизменной.

### *Подсчёты в случае ненасыщенного урбанистического равновесия.*

В случае ненасыщенного урбанистического равновесия, в момент выбора, при поиске локализации рабочих мест, учитываются свободные пространства, другими словами, разница между общим количеством возможных рабочих мест и их реальным количеством.

Уравнение, иллюстрирующее этот закон ведёт, как указано выше, к фиксированной точке, которая является ненасыщенным равновесием. Эта зависимость благоприятна для зон, менее напряженных, и имеет, следовательно, тенденцию уравновешивать занятость. Она имеет неявную форму, что верно и для предыдущей формулы, где полезность зависит от доступности, которая зависит от занятости. **И в этот раз, неизбежно, результат имеет численное решение.**

## **Учет финансовых целей различных сторон, занятых в процессе городского развития**

### **Уравнение «мэров»**

Речь идёт о рассмотрении поведения ответственных за управление территориями лиц на муниципальном уровне. Мы символически назовем такую процедуру и её участников словом

«мэр» и назовём «уравнением мэров» такое поведение ответственных лиц, при котором земельная стоимость на данной территории наиболее оптимизирована. Рациональным считается такое поведение мэров, которое имеет целью максимизировать конечную ценность: площадь земель, находящихся на данной территории.

### Предлагаемый принцип

Мы берем за принцип то, что каждый мэр старается использовать наилучшим образом территории своего города на определенном отрезке времени. Таким образом он защищает общественные интересы, тем самым гарантируя своё переизбрание... Здесь возникает проблема, аналогичная дилемме, сформулированной в свое время Хотеллингом (максимизация невозобновляемой общественной ценности).

Формально, это записывается, в непрерывном времени, так:

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & \sum_i p_i n_i e^{\gamma t} \\ & \sum_i n_i = N \end{aligned}$$

где:  $n_i$  является  $m^2$ , свободных в году  $i$

$p_i$  ожидаемая цена года  $i$

$\gamma$  уровень прироста стоимости с учетом психологического восприятия мэров (в постоянных евро €)

$N$  общая площадь, доступная на территории города (или изучаемой зоны)

Вычисляя условия максимизации этой программы, по отношению к переменным  $n_i$ , мы получаем условия для  $p(i)$ , без учёта инфляции:

$$p(i) = p(0) e^{\gamma t}$$

Это уравнение показывает, что исследование оптимизации освобождения площадей, годных для застройки, делается с учетом цены на кв.м., которая со временем растет.

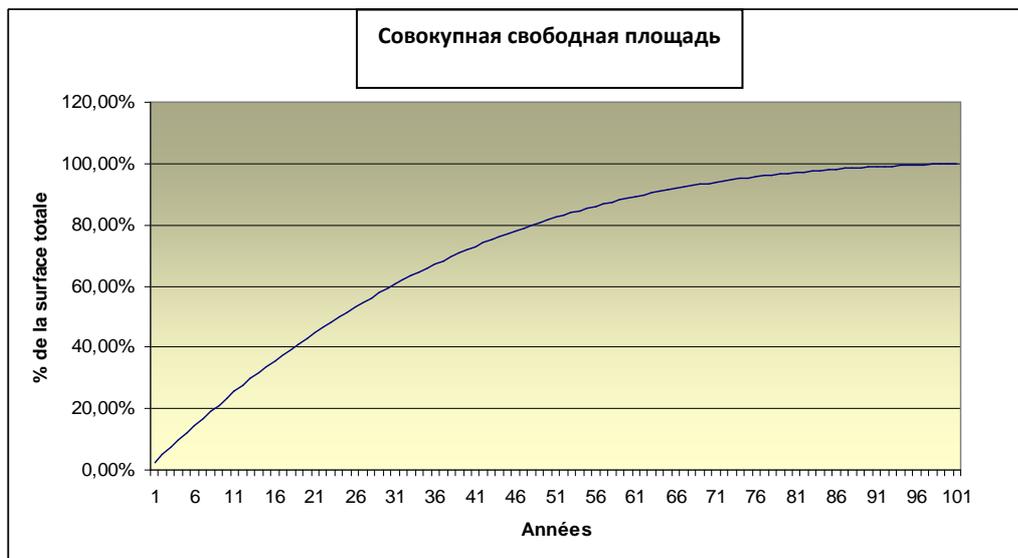
На данной стадии, мы располагаем формулой расчета цены, в то время как нам нужна формула расчета незанятых площадей. Мы вводим соотношение экспоненциального спроса, который в свою очередь вводит параметр роста конечного потребления домохозяйств (CFM)  $\chi$  с учётом того, что анализ на долгий период показал, что цена на кв. м. повысилась соответственно росту CFM<sup>7</sup>. Это соотношение показывает, что чем выше поднимается цена, тем меньше выбор возможных месторасположений, так как рост цен налагает дополнительные ограничения для инвесторов-застройщиков (например, заставляя их строить в более высоком диапазоне цен).

---

<sup>7</sup> См. многочисленные работы Дж. Фриджит (J. Friggitt)

## Совокупная свободная площадь

% от общей поверхности



Годы

Придерживаясь такой стратегии, к 2030 году муниципальные земли будут продаваться по ценам, которые увеличатся на 56% по сравнению со средним общенациональным ростом цен. Такой результат уже сам по себе является примером, демонстрирующим полезность прогнозирования.

### Практическая реализация

Эта методика позволяет, к тому же, легко провести точные тесты на выявление психологических параметров поведения мэров и на устойчивость поведения на протяжении определенного времени.

Практическая реализация этой методики проста, поскольку она ограничивается введением в Pirandello двух новых коэффициентов:

- $ST(n)$ , который является частью свободной площади  $n$  ;
- коэффициент роста цен на землю, который входит в уравнение инвестора-застройщика для того, чтобы проанализировать выполнимость каждой операции.

### Уравнение инвесторов-застройщиков

Мы вводим цены на строительство и субсидии на запуск строительных программ, для того, чтобы ответить на вопрос выполним ли проект по строительству недвижимости или нет.

Две возможности будут рассмотрены ниже:

- тут имеется в виду, что частный экономический субъект действует одиночно, такой подход базируется на ценах, т.е. в процессе моделирования сравниваются расходы на строительство с продажной ценой, что позволяет вычислить ту часть проектов по недвижимости, которые осуществимы;
- в этом случае, для полной реализации данного проекта необходима государственная субсидия; такой процесс моделирования базируется на количествах (площадей), а сумма необходимых субсидий принимается во внимание позднее;

### Частные операции

Расходы на развитие города могут быть сведены к следующему уравнению, которое показывает, что операция не будет выполнена частными партнерами, если она не приносит выгоду собственнику и если операция осуществляется в застраиваемой зоне, определяемой «коэффициентом допускаемой плотности застройки»:

$$S_i P_i + S_f C_f < S_f P_f$$

$$S_f < CSA \text{ Surface } \_ \text{zone cos}$$

где: CSA коэффициент площади, пригодной в настоящее время для жилья

$S_i$  первоначальная площадь для жилья или офисов

$S_f$  конечная площадь для жилья или офисов

$C_f$  стоимость строительства в кв.м.

$P_f$  рыночная цена в кв.м.

Это попросту означает, что стоимость приобретения и строительства ниже рыночной цены и что общая площадь не противоречит нормативам градостроительства.

Если строительство ведется на новых территориях, предусмотренных для строительства, то  $p_i=0$ . т.е. не происходит принудительная продажа недвижимого имущества (экспроприация).

Мы полагаем, в то же время, что стоимость строительства распределяется между двумя величинами равномерно, учитывая многозначность (гетерогенность) встречаемых ситуаций:

$$C_i = C_{inf} + (C_{sup} - C_{inf})u$$

Модель может также определить процентную долю (от 0% до 100%) возможных в будущем реализаций, базируясь на рыночной цене и первичном состоянии рынка. Этот принцип может быть применён в общем виде к любому линейному распределению по частям и даже (но такое применение представляется менее гибким), к любому распределению вероятностей.

Строительство может быть начато только при следующем условии (подразумевается однородное уравнение):

$$C_{f \min} < P_i \cdot \frac{S_f - S_i}{S_f}$$

Модель может также рассчитать для каждой из зон процентную долю новых пригодных для жилья площадей или офисных помещений. Остальная часть модели не меняется.

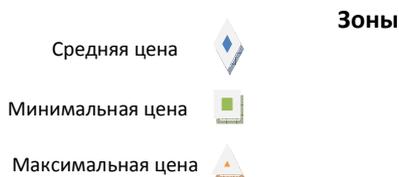
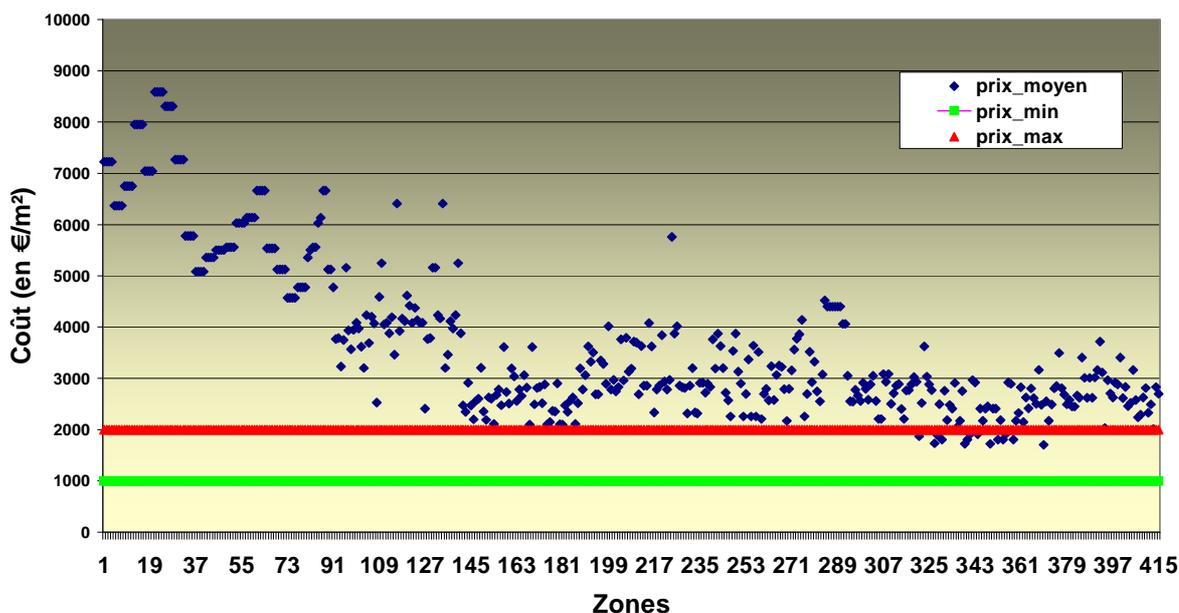
**Важное замечание:** распределяемый характер расходов позволяет избежать анализа типа комбинаторики, зная, что это ведёт к излишнему раздроблению, не соответствующему реальности существования новых площадей.

Таким образом, один и тот же график может отобразить одновременно рыночную цену и цену на строительство, как это видно на примере аналогичного графика ниже:

## Рыночная цена и стоимость строительства

Стоимость в евро/ кв.м.

### Prix de marché et coût de construction



**Важное замечание:** в данном случае мы даем более расширенное толкование принципу сохранения равновесия, используемому в модели Pirandello (где игнорируется прошлое), поскольку конечный результат зависит от первоначальных условий (термин  $S_i \cdot P_i$ , который учитывает одновременно предыдущие площади и первоначальные рыночные цены). Это не

подрывает принцип модели, но требует учитывать два состояния : первоначальное и конечное. Мы однако не можем с точностью сказать, какой в действительности будет выбран путь.

Дополнительный ВВП и благосостояние, возникшие в результате этой операцией, легко рассчитываются, помогая принять решение осуществлять или не осуществлять проект строительства. Они таким образом играют роль руководства к государственному решению.

### **Реализации с участием государственного капитала**

В случае, когда речь идёт об операциях с государственным вмешательством, мы просто рассчитываем размер субсидии, соответствующей реализации проекта в целом. Процесс следующий:

- во входных параметрах Pirandello мы определяем стоимость одного кв.м. реализации как нулевую. Это окольный путь, чтобы гарантировать полное выполнение операции;
- модель Pirandello работает до тех пор, пока мы не получим ситуацию урбанистического равновесия; модель рассчитывает именно ту цену, при которой проект находится в равновесии ;
- мы используем рыночные цены и первоначальные цены (предполагается, что экспроприация сделана вначале) и затем, в случае надобности, подсчитываем необходимые инвестиционные субсидии. На этот раз расчёт показывает действительные затраты на реализацию:

$$\text{Субсидия} = S_f P_f - S_i P_i - S_f C_f$$

Как и в предыдущем случае, добавочный ВВП (и благосостояние) можно высчитать и дополнить субсидии, получаемые от местных властей, с помощью добавочного ВВП и сэкономленных фискальных доходов, связанных с НДС, таким образом обеспечив себе гарантию осуществления проекта.

## **Калибровка и проверка**

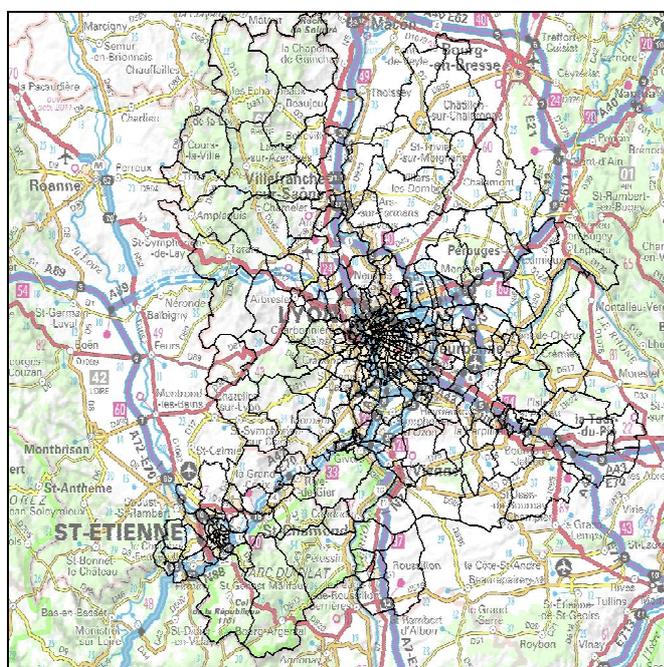
### **Калибровка модели**

Калибровка урбанистической модели – это очень деликатный процесс, так как он состоит в том, чтобы сначала урегулировать мульти-модальную модель всех видов транспорта, при этом принимая во внимание альтернативные виды транспорта и стоянки. Необходимость сделать полную мульти-модальную калибровку стала очевидной из-за невозможности воспроизвести надлежащим образом поведение домохозяйств с помощью моделирования с результатом, выраженным «величиной». Это связано с тем, что многие перемещения по городу делаются по коротким траекториям, и жители имеют возможность увеличить до максимума количество перемещений, либо пешком, либо с помощью альтернативных видов транспорта, что особенно верно для менее привилегированного населения.

Вторая трудность состоит в том, чтобы получить точную информацию о застройках (жилые помещения и офисы), в то время как статистические данные не всегда легко доступны, либо по причине конфиденциальности, либо из-за отсутствия сводных данных об их рыночной стоимости.

Понятно, что создание градостроительной модели не должно ограничиваться одним отдельным городом, так как такое моделирование лишено обоснованности. Поскольку модель Pirandello является поведенческой моделью, то она может, применяя те же самые методы, служить для создания модели развития различных городов, тем не менее схожих по своей принадлежности к одному и тому же типу цивилизации. Чтобы это доказать на наглядном примере мы создали модели агломерации Лиона и агломерации Монпелье, двух городов различной величины и разной структуры.

### **Пример Лионской Агломерации**



Этот участок исследования занимает площадь в 7370 кв.км и в него входят города Сан Этьен, Вильфранш-сюр-Соан и Вьен, что соответственно представляет собой население в 2.6 миллиона жителей и 1.1 миллион рабочих мест.

Население, сконцентрированное на 50%-х территории района г. Лиона, распределено в социально-экономическом плане по-другому, чем, например, население Иль-де-Франс, более обеспеченное (16% руководителей и профессий с высшим образованием против 25% в Иль-де-Франс) и более молодого (81% населения младше 60 лет против 83% в Иль-де-Франс).

Распределение рабочих мест (1.1 миллион), с сильной концентрацией в самом Лионе (31%), характеризует конкурентоспособность города в рамках участка исследования.

В случае с Лионом потребовалось несколько месяцев, чтобы собрать весь необходимый для работы комплекс данных. Но в конечном итоге качества модели подтвердились, показав её большую точность при прогнозировании месторасположения населения и рабочих мест по областям, что позволило приступить к моделированию (см. в конце статьи результаты введения городской дорожной пошлины для въезда в центр города).

## **Монпелье**

Расширенный периметр исследования, целью которого является анализ Агломерации Монпелье и которое продолжается по настоящее время, включает в себя территорию, простирающуюся от г.Нима до г. Безье. Эта территория представляет собой примерно 1 миллион жителей, из которых 450 000 активного населения<sup>8</sup>. Ее плотность составляет примерно 300 жителей на кв. км. Население достаточно молодое: каждый третий из четырёх жителей – моложе 60 лет.

Большая часть активного населения занимает руководящие должности или относится к категории вспомогательного персонала (41% активного населения возрастом старше 15 лет). Что же касается самой Агломерации Монпелье, то она представляет собой 370 000 жителей и имеет плотность населения более чем 8 000 жителей на кв. км.

Создание модели агломерации Монпелье с помощью Pirandello имеет целью оценить социально-экономические последствия от многих проектов: проекты, внесенные в схему SCOT (схема территориальной связанности), трамвайные линии, новая линия TGV или завершение строительства окружной автодороги в объезд агломерации.

На данной стадии, результаты моделирования по различным проектам ещё не известны. Осуществляется калибровка модели для нового периметра исследования, что дает первые удовлетворительные результаты. Графики ниже иллюстрируют первые результаты сравнения расчетных и наблюдаемых цен на жилую площадь, а также оценки ориентировочного количества рабочих мест и реально наблюдаемого количества рабочих мест.

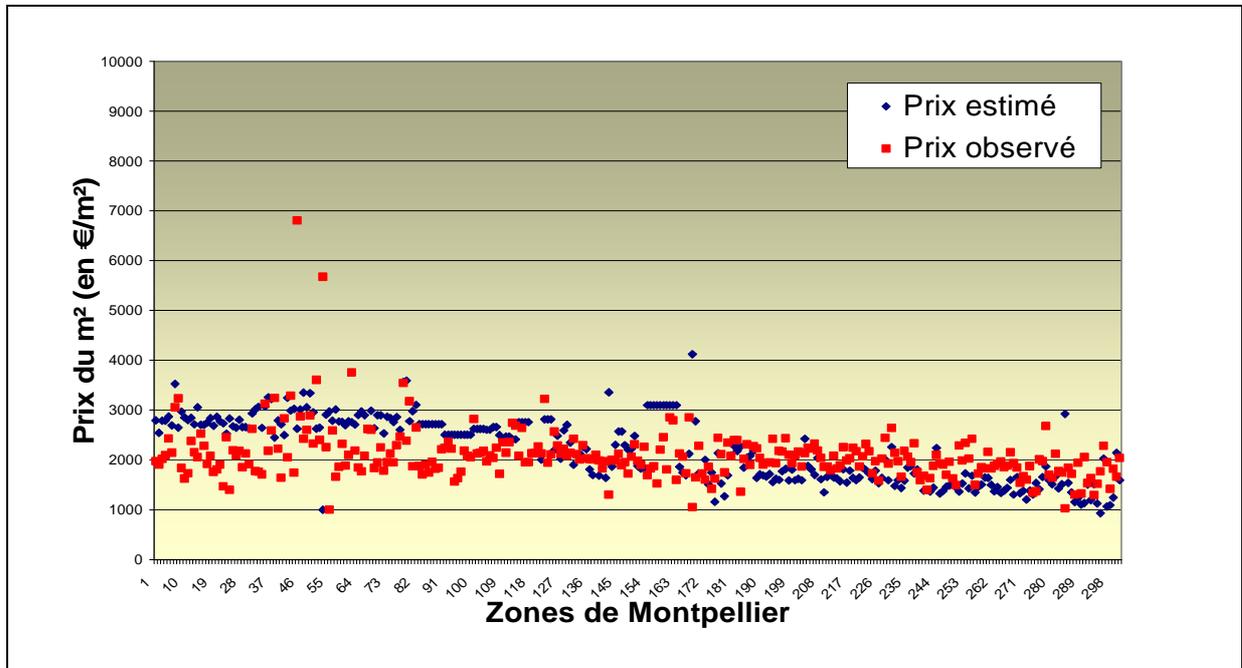
---

<sup>8</sup> 450 000 активного населения возрастом более 15 лет, не считая населения пенсионного возраста и незанятого населения. Источник: статистика INSEE 2006 г.

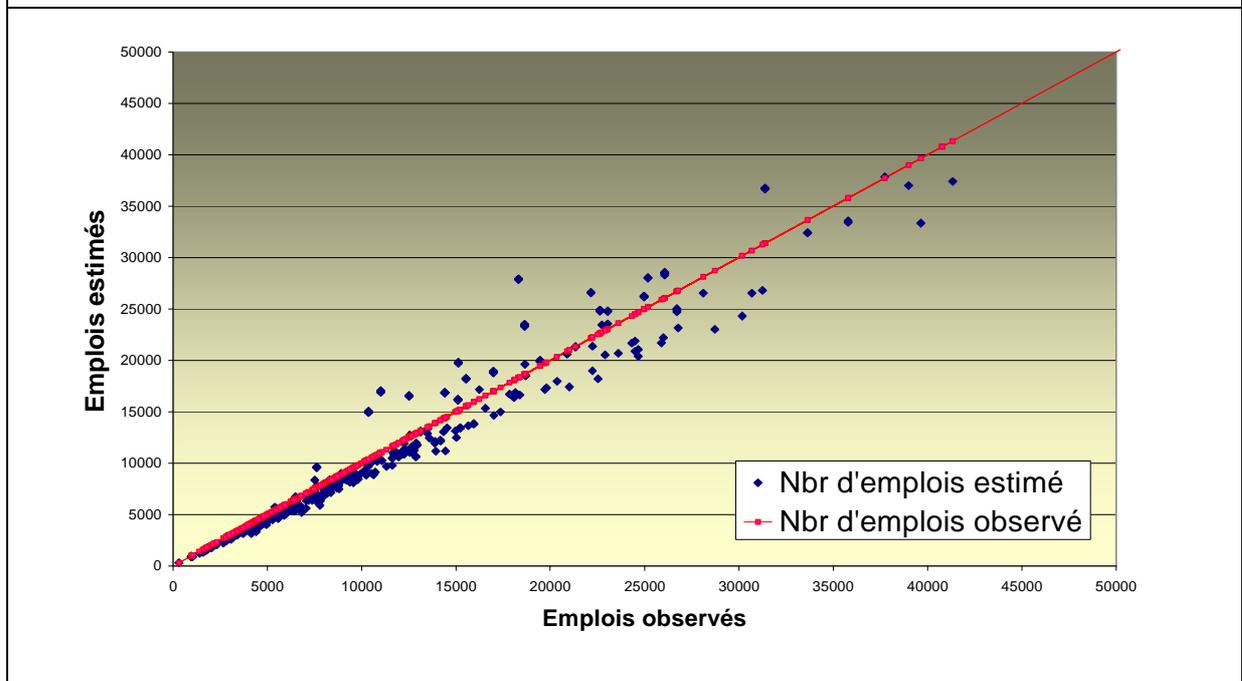
 Расчетная цена

 Наблюдаемая цена

Цена на м2 / Зоны Монпелье



Сравнение расчетных и наблюдаемых цен на жилую площадь для различных зон агломерации Монпелье



Сравнение ориентировочного количества рабочих мест и реально наблюдаемого количества рабочих мест для различных зон агломерации Монпелье

 Ориентировочное количество рабочих мест

 Реально наблюдаемое количество рабочих мест

## ***Калибровка модели для Иль-де-Франс с учетом межвременного выбора: растущий спрос на площади, количество которых со временем увеличивается***

Создать модель с калибровкой на точную дату – это одно, а сказать, что эта модель отражает будущее - это совсем другое. Вот почему нам представилось очевидным проверить правильность расчетов, сделанных с помощью нашей модели, используя данные по событиям, произошедшим за последние десятилетия на территории Иль-де-Франс. Доступность таких данных помогла сделать этот тест в высшей степени достоверным.

Ключевым подходом стал увеличение размера жилой площади на человека. Цель состоит в том, чтобы используя определённые критерии, которые позволяют определить желаемую площадь, найти соотношение между исходной величиной  $S_0$ , которая используется в Pirandello, и её изменением во времени. Так же как стало общепринятым давать оценку стоимости времени в моделях по трафику, также и в Pirandello, мы посчитали уместным дать оценку определенному количеству параметров в зависимости от времени, чтобы принять во внимание экзогенные факторы, главные из которых:

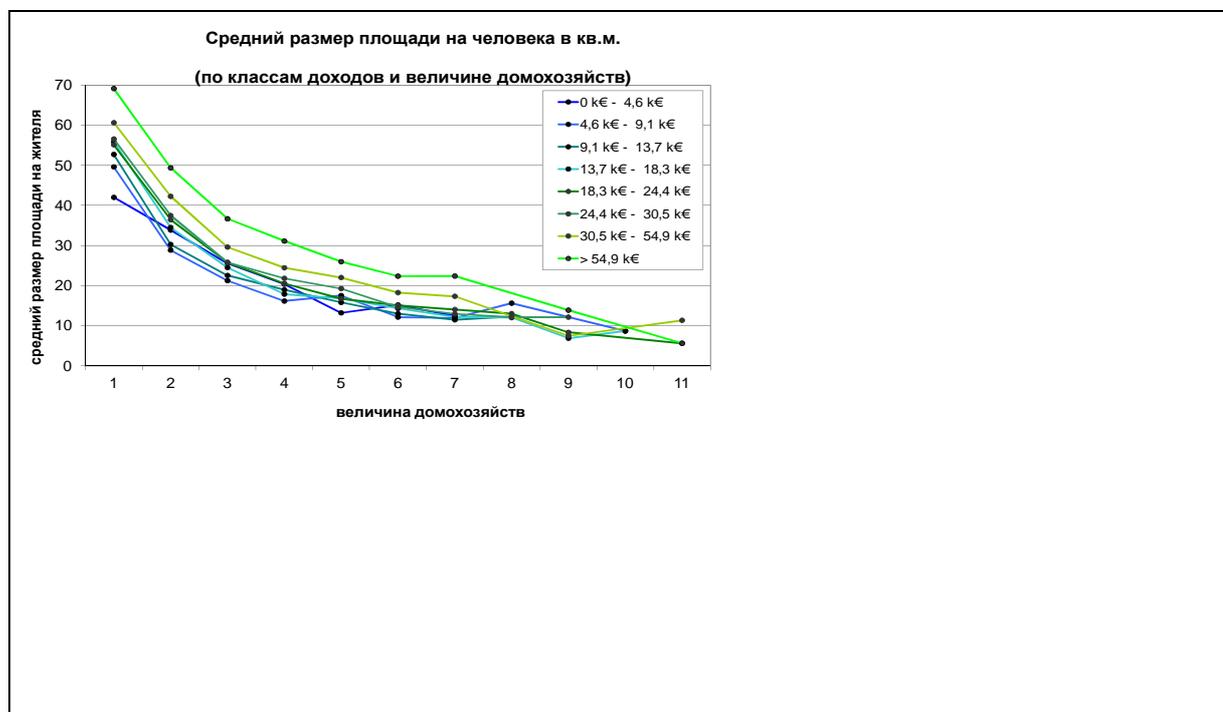
- размер домохозяйств
- прибыль домохозяйств

Возможны два подхода. Первый, анализируя поведение домохозяйств на определенный горизонт времени (синхронный анализ); второй - воспроизводя прошлое (диахронический анализ). При втором подходе возникает несколько трудностей в момент воспроизведения прошлого, поскольку эта техника сводится к тому, чтобы использовать часть зависимой переменной в качестве объясняющей переменной, что не дает приемлемых результатов.

Мы будем считать, что количество желаемой площади на человека зависит, с одной стороны, от величины домохозяйства (чем больше численность семьи, тем меньше размер площади на человека), а с другой стороны, от доходов.

Чтобы проанализировать эту зависимость, мы используем данные о жилых площадях на человека на территории Иль-де-Франс, и сопоставляем их с помощью перекрестных диаграмм по размерам домохозяйств и по классам доходов, данных, содержащихся в EGT 2001 г. (глобальная анкета по транспорту).

## Среднестатистический размер площади на человека (по классам доходов и величине домохозяйств)



Принимая во внимание результаты наблюдений EGT, мы предлагаем функцию следующего типа:

$$S = k \cdot r^\alpha \cdot t^\beta$$

где  $S$  является средней площадью на человека (в  $m^2$ ),  $r$  – доход хозяйств (измеряется в тысячах евро К€),  $t$  – величина хозяйств и  $k, \alpha, \beta$  – три параметра, которые нужно установить.

Вторая часть исследования состоит в том, чтобы ввести ретроспективные данные двух переменных, которые мы уже использовали (величина хозяйств и их доход), чтобы определить величину базовой площади в прошлом и проанализировать её развитие.

Считая, что средняя величина хозяйств уменьшается экспоненциально к асимптотической  $C$ , которую нужно определить, мы используем формулу такого типа:

$$t = k \cdot e^{\alpha(n-n_0)} + C$$

Для оценки доходов хозяйств, при отсутствии необходимых данных по территории Иль-де-Франс, мы использовали данные по всей Франции.

Речь идёт в частности о имеющихся начиная с 1970 года данных о среднем доходе хозяйств, которые были собраны Национальным Институтом Статистики и Экономических Наук (INSEE) по результатам опроса по налогооблагаемым и необлагаемым доходам.

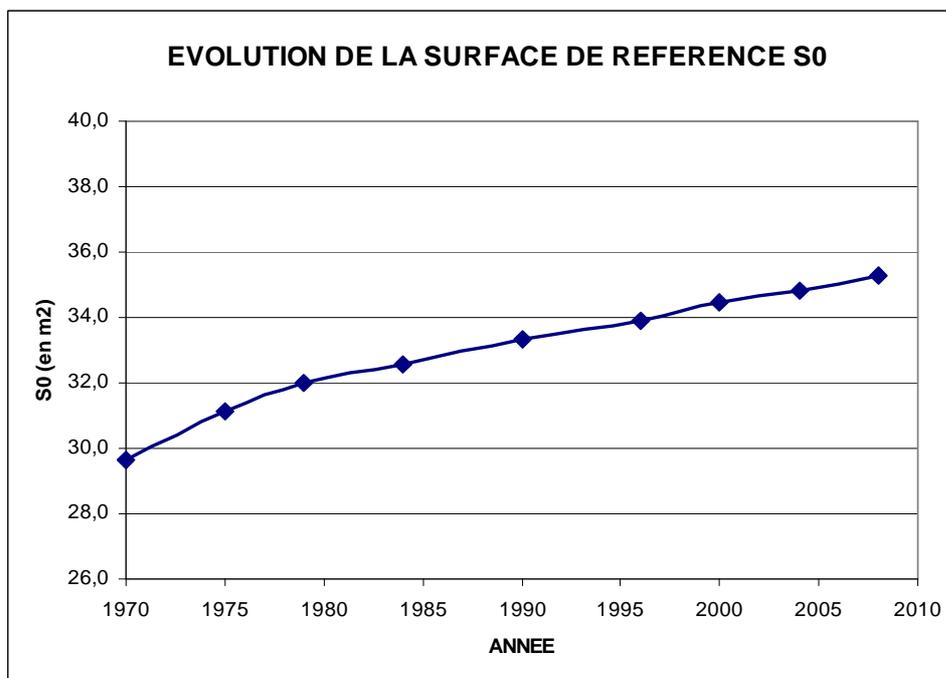
Мы пытаемся привести в соответствие данные, начиная с 1975 г., с помощью такой формулы:

$$r = a \cdot (n - n_0) + b$$

Исходя из ретроспективных данных, мы можем оценить базовую площадь, используя формулу, приведённую выше.

В течение периода с 1970 по 2008гг. можно отметить увеличение параметра S0 (базовой площади) на 19%, что связано как с постепенным увеличением средних доходов домохозяйств, так и с уменьшением их средней величины.

### Развитие базовой площади S0



### Зонирование и расчет

После многих лет тестирования и улучшения программного продукта, а также получения удовлетворительных результатов по воспроизведению прошлого, мы обнаружили, что необходимо обладать точностью оценкой времени в пути при использовании транспорта и стабильностью в результатах. Для этого необходима более точная фрагментация, это означает, что для территории Иль-де-Франс количество зон не может быть ниже 300.

Разбивка доходов по ставкам подоходного налога и рабочих мест по их типам привела нас, таким образом, к тому, что нам пришлось изучать срез населения и рабочих мест, численно представляющий собой более 4000 первоначальных видов поведения. Расчеты по определению равновесия, которое должно вытекать из результатов этих 4000 исследований, направленных на поиск оптимального вида поведения, оказались очень ёмкими по времени. В начальной версии для расчётов требовалось 20 часов, что не эффективно. Поэтому мы использовали метод распараллеливания программ (Open MP), который уменьшил требуемое время в 5 раз, благодаря использованию 24 процессорного компьютера.

## Использование модели и текущее развитие

### **Новые ограничения, связанные с ростом государственного долга**

Проблема в том, что долг может принимать разные формы, такие как долговые обязательства в форме ценных бумаг, страховые полисы, кредитный дефолтный своп (CDS), а также скрываться за так называемым «творческим» государственным учётом, различными гарантиями, забалансовыми обязательствами и так далее. Идея состоит в том, чтобы либо вернуть долг как можно быстрее, либо распределить риск таким образом, чтобы ни у кого руки не дошли вникнуть в побочные последствия долга. Такая ситуация длится десятилетиями и привела к тому, что расходы организаций (хозяйства, предприятия, государства ...) превысили их доходы. Эта конфигурация хороша, если осуществляемые инвестиции экономически жизнеспособны (рентабельны) или, когда расходы социально необходимы и практически сопоставимы с инвестициями (образование, например), но намного хуже, если дело обстоит наоборот.

Наша цель состоит не в том, чтобы пополнить сотни тысяч уже исписанных по этому вопросу страниц. Мы хотим сделать акцент на одном пункте: будущее не может быть таким же, как прошлое. Финансовые чёрные дыры были закрыты, сначала напрямую государственными структурами, затем за счёт кредитов, по которым они были профинансированы. Но на сегодняшний день этот механизм не срабатывает, налицо смена парадигм, и следует начать работать по-другому<sup>9,10</sup>.

Но как? По всей очевидности, накапливая знания о функционировании городов, что позволит наиболее оптимально использовать существующие инфраструктуры и городское хозяйство. И соответственно, улучшая свои знания о городском населении, как в поведенческой сфере, так и в области затрат на обслуживание города.

Крупные операторы информационных сетей, такие как IBM, CISCO и т.д., уже начали работу над проблемами, связанными с городским транспортом, а также с газо-, электро- и водоснабжением населения. Остаётся моделировать поведение населения и Pirandello работает именно над этим, принося свой вклад наряду с крупными компаниями.

Опираясь на основные параметры (доходы от хозяйств, ВВП и общий долг) необходимо выстроить реалистичные гипотезы, которые послужат прочным фундаментом для реализации модели урбанизированных зон будущего.

Растущие трудности в связи с государственным бюджетом могут привести к введению дорожной пошлины, например пошлины на въезд в городской центр для того, чтобы восстановить бюджетные поступления, как это уже существует во многих городах. Но если проблемы, связанные с городским транспортом схожи, то урбанистика и социальные данные по городам значительно различаются. Таким образом, создавая технические предложения по проектам неуместно бездумное копирование уже существующей документации. Примером этому могут

---

<sup>9</sup> см. последний отчёт Экономического Совета Анализа под названием «Кризис и развитие, стратегия для Франции», июнь 2011 г.

<sup>10</sup> см. нашу последнюю статью в журнале «Транспорт»: «Виды рисков, отбор проектов для реализации и правильный выбор контракта», январь-февраль 2011 г.

послужить контрольные примеры создания модели, осуществленные на материалах Парижа и Лиона. Они представлены ниже.

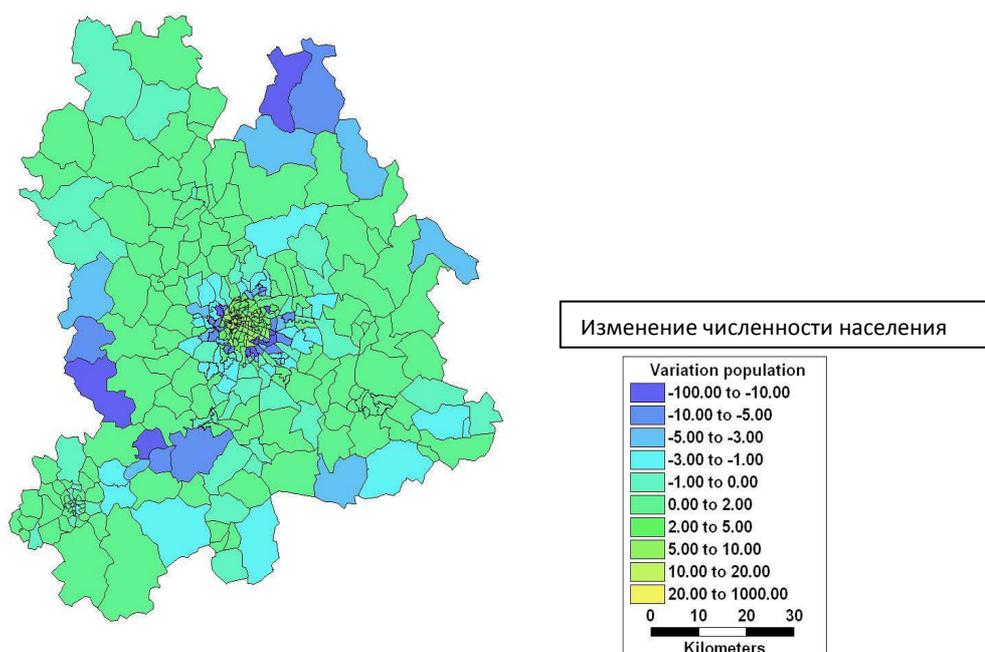
### ***Имитационное моделирование на примере введения городской дорожной пошлины в г. Лионе***

Примером применения Pirandello на конкретном материале является введение дорожной пошлины вокруг Лиона (Пирон и Делонс, 2011 г.). Оценка этой дорожной пошлины делалась на длительный период времени, т.е. принимая во внимание гипотезы, отраженные в документальном источнике по градостроению SCOT (схема территориальной связанности) в том, что касается области Лиона.

Главным результатом этого моделирования стало уплотнение населения в центре в ущерб развитию зоны первого транспортного кольца, где население значительно уменьшилось. Чтобы объяснить эту миграцию мы можем выдвинуть два аргумента :

- Низкая плотность центра Лиона, порождающая ситуацию, при которой разница в уровне жилищного комфорта между центром и периферией не так значительна.
- Центр города, важной характеристикой которого является крупная доля проживающего в нем населения и наличие рабочих мест, имеет хорошую транспортную доступность, на которой мало сказывается ввод дорожной пошлины, что создает лучшие условия по сравнению с условиями доступности периферийных зон.

Фигура 1: Распределение населения в результате введения дорожной пошлины (изменение в %, исходная основа: данные SCOT)



Население Лиона значительно возрастает в центре города, причем неоднородно (>5%), и сильно уменьшается в зоне первого транспортного кольца (>10% - это резкое уменьшение, с точки зрения доступности). В остальных зонах исследуемого района население увеличивается не так резко (<0%-5%) и более равномерно, несмотря на некоторые исключения, касающиеся изменений на периферии, которые можно отнести к «краевым эффектам».

Принимая во внимание постоянно увеличивающуюся по сравнению с доходами ценность времени, эффект централизации, спровоцированный введением дорожной пошлины, скрывает эффект разнородного распределения населения. Население с малым уровнем доходов обычно покидает первое транспортное кольцо, чтобы сконцентрироваться в центре, в то время как население с высоким уровнем доходов следует противоположной логике и концентрируется на периферии.

### ***Работа над общей стоимостью функционирования городов***

Очевидно, что инвестиции в развитие городов составляют всего лишь малую часть от глобальных расходов на функционирование. Поэтому мы считаем необходимым улучшить представление о всеобщих затратах на функционирование города, т.е. всех вместе взятых организаций по его управлению. В действительности, при создании консолидированного балансового отчета, во избежание двойной бухгалтерской отчетности, практически невозможно найти сведения по затратам, упорядоченные по типу услуг и по своей природе (домохозяйства, предприятия, органы государственной власти, социальные учреждения, Государство).

Понятно, что органы государственной власти, социальные учреждения и Государство не имеют собственных доходов (ведь во Франции нет нефтяных месторождений...) Поэтому, говорить, что власти и социальные учреждения «платят», не имеет никакого смысла, т.к. речь идёт о передаче денежных средств государству, но в действительности платят предприятия и домохозяйства. Было бы огромным достижением, если бы во избежание ненужных дебатов эта истина была хорошо усвоена. Кросс-финансирование вошло в большую моду и разобраться в денежных потоках, чтобы узнать, сколько стоят основные статьи бюджета по управлению городами, стало задачей, которую не так легко решить. Но этот анализ уже осуществляется и он должен в значительной степени внести ясность в процесс принятия государственных решений, имея в виду, что эти решения будут сказываться на результатах в течение длительного времени. Формирование научного подхода к партнёрским договорам и концессионным соглашениям уже привёл к тому, что многие участники договоров этого типа стали понимать настоящую цену инвестиций. В мире, полном перемен и нестабильном в финансовом отношении, становится действительно важным знать перед тем как принять решение, сколько будут стоить вещи в долгосрочной перспективе ! Урок, преподанный ипотечным кризисом (subprimes) должен послужить, по крайней мере, для этого и надо надеяться, что его будут помнить по меньшей мере ещё в течение нескольких лет.

Такая работа по анализу и формированию научного подхода уже идет на данный момент и должна быть завершена к концу года.

## Улучшение доступности путём изменения местоположения рабочих мест и обеспечение динамики рынка недвижимости

Существуют различные способы улучшить транспортную доступность и повысить благосостояние жителей. Вклад инвестиций в обслуживание зданий (школы, больницы, стадионы, тюрьмы, музеи, университеты...) – это один из этих способов.

Но есть и другие способы, а именно, стремиться свести к минимуму перемещения, не изменяя уровень благополучия, и таким образом оказывать умелое влияние на распределение услуг в соответствии со спросом населения, к тому же точно определяя виды услуг, предназначенные для каждого слоя населения!

Принимая во внимание различные аспекты был сделан разносторонний сравнительный анализ Парижа и Лондона. Так вот, одним из важных аспектов, который делает Лондон таким привлекательным (на сегодняшний день там живут 400 000 французов из самого молодого и динамичного населения), является гибкость в заключении договоров аренды (возможность легко заключить краткосрочный договор жилищной аренды). Не правда ли, ещё один подход к работе над доступностью?

### **В заключение**

Стремление к повышению благосостояния и к уменьшению расходов не является несовместимым с программированием дополнительной транспортной инфраструктуры в дополнение к той, которая уже существует.

Это в частности видно на примере проекта Большого Парижа в агломерации Иль-де-Франс, который является носителем нового активного подхода к этой агломерации, которая развивается медленнее, чем её соперницы. Он опирается на идею, что если следовать существующим тенденциям, т.е. недостаточно инвестировать в развитие инфраструктур, то такая дорога приведёт в тупик.

- Дорожные инвестиции практически запрещены;
- Государственные инвестиции очень далеки от того уровня, при котором качество обслуживания населения остаётся удовлетворительным и может быть сравнимо с уровнем услуг в других странах;
- Демографический удар, в связи с уходом населения на пенсию и его переездом за пределы экономической зоны Иль-де-Франса, и, следовательно, потери финансовых ресурсов для этой зоны.

Коротко говоря, пришло время переосмыслить и пересмотреть систему с точки зрения её устойчивости и начать использовать глобальный социо-экономический подход как гарантию качества, во избежание создания таких проектов, при которых вложенные инвестиции не соответствовали бы прибыли от их реализации. Такой подход является самым правильным для того, чтобы серьёзно начать работать над проблемой долга, как государственного, так и публичного.

Только анализируя достоинства и недостатки проекта на длительный период, стремясь таким образом прийти к сбалансированной оценке ситуации, мы сможем в полной мере оценить последствия от реализации этого проекта, не важно транспортный ли это проект или градостроительный. Обогащая каждый анализ проекта социальным подходом, поведенческая экономика может служить лучшему пониманию сложных эффектов, возникающих в результате строительства дополнительных инфраструктур, новых микрорайонов, ввода новой тарификации или любого другого изменения городской среды.

Именно поэтому модель Pirandello была выбрана Обществом Большого Парижа для работы над расчетами по проекту «Париж в перспективе на 2050-й год».

Модель Pirandello предназначена именно для такого вида работ и она в полной мере готова послужить этой задаче.