

## **Вдосконалення підготовки майбутнього вчителя математики із застосуванням масових відкритих дистанційних курсів**

Валентина Валеріївна Пікалова

Кафедра інформатики, Харківській національний педагогічний  
університет імені Г. С. Сковороди,  
вул. Артема, 29, м. Харків, 61002, Україна  
vpikalova@hotmail.com

**Анотація.** *Мета дослідження:* розглянути сутність та структуру інструктивних масових відкритих дистанційних курсів (МВДК) з математики та інформатики провідних університетів світу, що розміщені на платформах Udacity, Coursera та edX. *Завдання дослідження:* проаналізувати основні напрямки застосування масових відкритих дистанційних курсів у професійній підготовці майбутнього вчителя математики в рамках навчального процесу педагогічного ВНЗ. *Об'єкт дослідження:* підготовка майбутнього вчителя математики. *Предмет дослідження:* підготовки майбутнього вчителя математики із застосуванням масових відкритих дистанційних курсів. *Методи дослідження:* аналіз статистичних даних та наукових публікацій. *Результати дослідження.* Визначені курси, що можуть бути корисними студентам та викладачам дисциплін природничо-математичного циклу; виявлені їх переваги та недоліки. Поінформовано про результати експерименту із впровадження МВДК у навчальний процес на фізико-математичного факультету для студентів 4 і 5 курсів. Сформульовані рекомендації для подальшого впровадження МВДК в освітній процес. *Основні висновки і рекомендації:* МВДК доцільно включати для підтримки викладання окремих дисциплін; вдосконалення методик впровадження МВДК в навчальний процес має відбуватися одночасно із перекваліфікацією викладачів з метою освоєння існуючих курсів і створення нових.

**Ключові слова:** інструктивні масові відкриті дистанційні курси; підготовка майбутнього вчителя математики; неперервна освіта.

### **V. V. Pikalova. Improving professional training of pre-service math teachers on the basis of massive open online courses**

**Abstract.** *Research goal:* to analyze the content and structure of instructivist massive open online courses of mathematics and computer sciences (MOOC) offered by some leading universities and based on the platforms Udacity, Coursers and edX. *Research objectives:* to determine the main directions of using MOOC in the professional training of pre-service math

teachers within the educational context of the pedagogical college. *Object of research*: professional training of pre-service math teachers. *Subject of research*: professional training of pre-service math teachers on the basis of massive open online courses. *Research methods* used: analysis of statistics and publications. *Results of the research*. The most useful courses have been singled out to be further offered for students and teachers of natural science and mathematics. The benefits and shortcoming of the analyzed courses have been weighed up. The experiment on practical application of MOOC in teaching and learning process of the 4-th and 5-th year students was conducted and the results are presented. Recommendations for the implementation of MOOC into the educational process have been formulated. *The main conclusions and recommendations*: MOOC appropriate to include support for the teaching of certain subjects; improving methods MOOC introduction in the educational process should be accompanied by retraining teachers to the development of existing and new courses.

**Keywords**: instructivist massive open online courses; pre-service math teachers' training; continuous education.

**Affiliation**: Department of informatics, H. S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, 29, Artema St., Kharkiv, 61002, Ukraine.

E-mail: vpikalova@hotmail.com.

В основі організації масових відкритих дистанційних курсів (МВДК, від англ. MOOC – Massive Open Online Course) лежить ідея навчання, доступного для всіх, навчання у взаємодії з іншими учасниками. Завдяки таким помітним проектам як Coursera, Udacity і edX, та їх партнерству з найкращими американськими вузами, 2012 рік став Роком MOOC.

Знаковими курсами в цій галузі можна назвати запропонований Джорджем Сіменсом і Стівеном Доунсом у 2008 році курс «Конективізм та конективістські знання» (Connectivism and Connective Knowledge) та курс професорів Стенфордського університету Пітера Норвіга та Себастьяна Труна «Вступ до штучного інтелекту» (Intro to Artificial Intelligence) 2011 року. Саме ці два курси визначили два напрямки у створенні МВДК, відповідно, сМОOC – конективістський та хМОOC – інструктивний.

сМОOC використовує конективістський підхід, де навчання розглядається як процес створення зв'язків та розширення або ускладнення мережі, вузлами якої є зовнішні сутності (люди, організації, бібліотеки або будь-яке інше джерело інформації). Курси сМОOC, як правило, зорієнтовані на вивчення гуманітарних дисциплін. Мета навчання визначається студентом. Викладачі виконують різні ролі: спостерігача, тьютора, учасника. Кількість учасників може нараховувати

декілька тисяч. У процесі навчання використовуються діалоги, дискусії, бесіди тощо.

Протягом 2011 року в Україні відбулася перша спроба провести конективістські відкриті курси. Ініціатором проведення курсу «Стратегія e-learning в організації» виступив професор В. М. Кухаренко, а інший курс «Соціальні сервіси у дистанційному навчанні» було ним проведено спільно з К. Л. Бугайчуком [2; 5]. Подібні курси демонструють великий педагогічний потенціал і є найбільш інноваційними з точки зору організації навчального процесу [1; 6; 7].

Найбільше розповсюдження отримала модель xMOOC, яку взяли за основу такі компанії як Udacity, Coursera та edX [2]. xMOOC використовує у формуванні структури курсу інструктивний підхід, максимально наближений до традиційних університетських програм [3; 8]. Подібні курси в більшості орієнтовані на вивчення дисциплін, де можна реалізувати автоматизовану перевірку виконаних завдань. На відміну від sMOOC, мета навчання визначається викладачем. Учасникам пропонується структуроване навчальне середовище, в якому вони крок за кроком переходять на новий етап освоєння матеріалу. Взаємодія між учасниками реалізується за рахунок форуму, але не відіграє такої важливої ролі, як у sMOOC. Кількість учасників значно більша, може виходити за рамки 100 тисяч. Так, наприклад, у xMOOC 2011 року «Вступ до штучного інтелекту» навчалось 160 тисяч слухачів, серед них отримали сертифікати близько 20 тисяч слухачів.

Coursera пропонує освітні програми з багатьох галузей знань, а саме з математики, медицини, біології, гуманітарних та соціальних наук. Курси стартують по мірі підготовки та публікації на сайті, незалежно від дати початку навчального року. Мова навчання переважно англійська, але є курси французькою, німецькою, російською, італійською, іспанською, китайською та арабською мовами. На даний момент компанія Coursera пропонує 43 курси з математики та близько 100 курсів з інформатики. Основною проблемою використання матеріалів цих курсів в початковому процесі є те, що початок цих курсів може не співпадати з початком семестрів, тобто викладачу буде складно налаштувати власний навчальний план під розклад курсу. Після завершення реєстрації на курсі і до запуску матеріали курсу будуть недоступними. Така сама ситуація характерна і для платформи edX, що пропонує 18 курсів з математики та 25 з інформатики. Даний проект містить онлайн-курси, зміст яких відповідає найвищому університетському рівню і розрахований на міжнародну аудиторію. edX вирізняє велика кількість онлайн-інструментів для тестування студентів.

Компанія Udacity пропонує більше 30 курсів з різних дисциплін:

інформатика, математика, бізнес, дизайн та інші. Проте проект Udacity особливу увагу приділяє комп'ютерним наукам. На даний момент курсів з математики – 6, всі початкового рівня (в них легко можуть брати участь і школярі). З інформатики – 24, з них 3 курси початкового рівня, 15 середнього та 6 курсів підвищеного рівнів складності. Всі курси відкриті для реєстрації і проходження у будь-який час. У відповідь на ініціативу тисяч волонтерів була запропонована платформа <http://www.amara.org/en/teams/udacity/> для перекладу субтитрів до відео матеріалів. Це надає можливість більш легко інтегрувати такі ресурси у навчальний процес.

Починаючи з 2014 року Udacity пропонує низку курсів, розроблених у співпраці з такими компаніями, як Google, AT&T та Intuit. Ці курси будуть доступні безкоштовно для незалежного проходження, а за додаткову платню є можливість індивідуального спілкування з інструктором та виконання власного підсумкового проекту, який може бути захищений онлайн.

Організація навчального процесу інструктивних масових відкритих дистанційних курсів передбачає теоретичну та практичну частини, поточний контроль, зворотній зв'язок, підсумкову атестацію.

Теоретичний матеріал представлено лекціями, які розбиваються на частини тривалістю 2-10 хвилин. Причому кожна з них завершується тестом, вікториною або контрольними питаннями на розуміння матеріалу. Лекції найчастіше викладаються у запису. Подання теоретичного матеріалу і формул відбувається, як правило, за допомогою графічного планшету. Навчальні відомості передаються голосом, одночасно створюються пояснювальні графіки, схеми та малюнки. Додатковий теоретичний матеріал до лекцій рекомендовано в посиланнях на Інтернет-джерела.

Практикуми представлені у вигляді різного роду завдань і проектів, що виконуються в дистанційних віртуальних лабораторіях. Поточний контроль здійснюється шляхом автоматизованої перевірки результатів виконання різного виду завдань, оскільки викладач в принципі не в змозі перевірити таку велику кількість завдань. Окрім завдань з варіантами відповідей і запитань з короткими вільними відповідями, пропонуються також відкриті завдання з автоматизованою перевіркою. В останньому виді завдань може перевірятися правильність моделей, наприклад, фінансових моделей, фізичних моделей, або досить складних завдань з програмування. Перевага такого контролю полягає у швидкому отриманні результатів, а також коригуванні якості засвоєння матеріалу на кожному етапі.

Зворотний зв'язок реалізується за допомогою форумів та відео

зустрічей онлайн у реальному часі. Форум розглядається як місце, де учасники можуть: ставити запитання і допомагати один одному; висловлювати свої враження від проходження курсу; отримувати підтримку і заохочення; знаходити та розмішувати додаткову інформацію, що стосується курсу; контактувати з іншими студентами для формування навчальних груп, організації реальних зустрічей для спілкування та спільного розв'язування поставлених завдань.

Підсумкова атестація проводиться очно у спеціально організованих місцях з метою накопичення кредитів, необхідних для зарахування університетських курсів. Підсумковий проект розглядається особисто викладачем у тому разі, коли необхідно отримати сертифікат.

Отже, масові відкриті дистанційні курси виступають як самостійні навчальні середовища. Поряд з цим вони сприяють впровадженню новітніх педагогічних технологій у навчальний процес.

Перший етап впровадження МВДК в навчальну практику фізико-математичного факультету ХНПУ імені Г. С. Сковороди відбувся у першому семестрі 2012-2013 навчального року. Для проведення експерименту був обраний курс «Потужний пошук з Google» (Power Searching with Google), запропонований компанією Google в рамках освітніх ініціатив. Цей курс розрахований на користувачів Google і спрямований на те, щоб навчити їх ефективним методам знаходження потрібної інформації із застосуванням спеціальних пошукових інструментів. Апробація курсу вперше проходила у липні 2012 року. Близько 200 тисяч користувачів з усього світу отримали сертифікати Google. Аналіз результатів проведеної апробації дав змогу розробити вдосконалену версію курсу, яку і було запущено у жовтні 2012 року. Перш ніж запропонувати курс студентам, автор статті пройшла його самостійно під час першого запуску курсу у липні 2012 року.

До вивчення цього курсу були обрані студенти 4 курсу фізико-математичного факультету спеціальності «Інформатика / англійська мова» та «Інформатика / математика». Експеримент проходив у рамках навчальної дисципліни «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання інформатики та англійської мови», яку викладає автор статті. Курс «Потужний пошук з Google» складається з 6 етапів, кожен з яких містить 4-5 міні-уроків, розрахованих приблизно на 50 хвилин. Урок починається з перегляду відео, у якому доктор Ден Рассел (або запрошений експерт) розповідає про інструменти пошукової системи Google і на цікавих прикладах демонструє їх ефективне використання, а далі слухачам пропонується виконати цикл завдань на закріплення матеріалу. Навчання включає також участь у відео-конференціях, на яких можна запитати експертів і дізнатись про можливості пошукової системи Google, що

виходять за межі курсу. Щоб отримати сертифікат, потрібно пройти два тести, причому слід виконати не менше 70 % завдань у кожному з них.

Переважній більшості студентів вдалося успішно пройти всі етапи навчання й отримати сертифікати. Додатковим завданням для студентів стала робота над адаптацією матеріалів курсу для україномовних та російськомовних користувачів та розробка власної системи завдань.

За результатами анкетування після проходження курсу можна зробити наступні висновки:

- курс викликав зацікавленість у студентів; можливість отримати сертифікат від компанії Google стала для них потужним стимулом;
- найбільшу результативність показала робота в аудиторії, а саме колективне обговорення;
- активну самостійну роботу продемонстрували лише близько 30 % студентів;
- на мотивацію студентів впливав рівень володіння англійською мовою, однак водночас студенти мали можливість перевірити рівень володіння англійською мовою та засвоїти сучасну термінологію.

Другий етап впровадження МВДК припав на початок другого семестру. Для нього був обраний курс «Потужний пошук з Google – підвищений рівень» (Advanced Power Searching with Google), запущений у лютому 2013 року і розрахований на два тижні. Він мав зовсім іншу структуру і виявився більш складним для впровадження в навчальний процес. Цей курс складався з двох частин, у кожній з яких пропонувалося 6 пошукових проблем різного рівня складності. Для підсумкової атестації додатково пропонувалися дві проблеми. Вирішення кожної проблеми потребувало комплексного застосування інструментів і стратегії, що були розглянуті у попередньому курсі. Необхідно було фіксувати етапи її вирішення та обмінюватися досягненнями на форумі. Кількість студентів, які успішно завершили курс, була значно меншою, оскільки, порівняно з відповідями на тести на першому курсі, опис та пошук матеріалів англійською мовою виявився для студентів складним у зв'язку із недостатнім рівнем англійської. Викладач проходив цей курс одночасно зі студентами, що дало змогу відчути всім учасниками зміну ролей на протилежні. Такий досвід є досить позитивним як для викладача, так і для студентів – майбутніх вчителів. Слід відзначити, що на завершальному етапі роботи серед студентів панував не лише дух суперництва, але і спільний пошук вірних відповідей.

У результаті проходження двох курсів виявилось, що найвищі показники були серед студентів спеціальності «Інформатика / англійська мова» – в групі з 11 студентів сертифікати за підсумками першого курсу отримали 10 студентів, другого курсу – тільки 7. Для групи з 9 студентів

спеціальності «Інформатика / математика» цей показник значно нижчий: з першого курсу – 6 і з другого – 3.

Наступним етапом стало знайомство студентів із платформою Udacity. Ця компанія створює свої курси з урахуванням особливостей їх проходження онлайн, в результаті чого вони є опрацьованими ретельніше і мають чітку практичну спрямованість. Перевагою платформи є можливість будь-коли отримати доступ до матеріалів курсу. Саме ця обставина є досить привабливою для викладача, який планує використовувати ці матеріали в навчальному процесі.

Серед запропонованих Udacity на початок 2013 року близько 20 курсів різного рівня складності вибір курсу «Вступ до інформатики» (Introduction to Computer Science) був цілком мотивований. Обираючи цей курс, викладач керувався метою познайомити студентів із новою для них мовою програмування Python, новими підходами до викладення подібного матеріалу, озброїти технічною термінологією англійською мовою.

Під час роботи над курсом була здійснена поетапна програмна розробка пошукового робота. Курс початкового рівня, що не потребував попереднього досвіду програмування, був підготовчим для проходження курсів більш високого рівня. Стратегія роботи з курсом, який перебуває в постійному розвитку (спочатку нараховував 7 модулів, на даний момент є ще 4 додаткових), була наступною. Перші три модулі студенти проходили в аудиторії. Це були відео-лекції, які дозволяли студентам сконцентруватися на засвоєнні нової для них англійської термінології і включити в свій арсенал основні поняття мови програмування Python та отримати необхідні вміння та навички. Додаткова перевага курсу полягала в тому, що студенти різного рівня підготовки мали можливість обрати кількість виконаних завдань відповідно до своїх можливостей.

Ураховуючи різні інтереси студентів після трьох тижнів знайомства з платформою Udacity, їм було запропоновано вибір – залишитися в курсі, або обрати інший за власними уподобаннями. З цього моменту проходження курсів було індивідуальним. Студенти звітували про прогрес щодо проходження курсів, а також звертались за консультаціями до викладача у разі виникнення ускладнень. Більшість студентів залишились у базовому курсі, але декілька зробили інший вибір, а саме: «Інтерактивна 3D графіка» (Interactive 3D Graphics) – 2 студенти, «Як побудувати стартап» (How to Build a Startup) – 1, і як додатковий 1 студент обрав курс «Веб-розробка» (Web Development).

Курс «Вступ до інформатики» був також запропонований студентам 5 курсу спеціальності «Інформатика / англійська мова» (8 студентів) та «Інформатика / математика» (6 студентів) як індивідуальне науково-

дослідне завдання в курсі «Практикум з програмування».

Досягнення студентів 5 курсу були такими: 80 % пройшли всі 7 модулів, для 4 курсу ця цифра склала 60 %, але ті студенти 4 курсу, які не завершили весь курс, продемонстрували кращі показники при проходженні перших 3 модулів.

Враховуючи перший досвід впровадження МВДК у навчальний процес фізико-математичного факультету, можна стверджувати, що такі курси доцільно включати для підтримки викладання окремих дисциплін. Вони надають можливість ознайомити студентів із новітніми технологіями та урізноманітнити процес навчання; сприяють поглибленню знань з предметів; дають можливість отримати додаткову інформацію та підвищити рівень володіння англійською мовою. Отже, на часі – вдосконалення методик впровадження МВДК в навчальний процес і відповідна перекваліфікації викладачів з метою освоєння існуючих курсів і створення нових.

### Список використаних джерел

1. Білоусова Л. І. Технологія формування у майбутніх педагогів компетентності самоосвіти з використанням потенціалу інформаційно-навчального середовища [Електронний ресурс] / Білоусова Л. І., Кисельова О. Б. // Інформаційні технології в освіті. – Херсон : Видавництво ХДУ, 2009. – Випуск 3. – С. 11-19. – Режим доступу : [http://ite.kspu.edu/webfm\\_send/492](http://ite.kspu.edu/webfm_send/492).

2. Бугайчук К. Л. Масовий відкритий дистанційний курс: поняття, особливості проведення та перспективи використання в навчальному процесі системи МВС / Бугайчук Костянтин Леонідович // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2011. – Том 26, № 6. – 16 с.

3. Бугайчук К. Л. Массовые открытые дистанционные курсы: понятие, типология, перспективы [Электронный ресурс] / К. Л. Бугайчук // Высшее образование в России. – 2013. – № 3. – С. 148-155. – Режим доступа : <http://cyberleninka.ru/article/n/massovye-otkrytye-distantsionnye-kursy-istoriya-tipologiya-perspektivy>.

4. Кулага І. В. Масові відкриті онлайн-курси як провідна освітня тенденція сучасності [Електронний ресурс] / І. В. Кулага // Тренінгові технології в освіті та бізнесі: досвід і перспективи застосування : зб. матеріалів Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф. (18-21 лют. 2013 р., м. Київ) / М-во освіти, науки та спорту України, ДВНЗ «Київ. нац. екон. ун-т імені Вадима Гетьмана» ; редкол. : А. П. Наливайко (голова) [та ін]. – Київ : КНЕУ, 2013. – С. 24-29. – Режим доступу : <http://ir.kneu.edu.ua:8080/bitstream/2010/8441/1/24-29.pdf>.

5. Кухаренко В. Н. Инновации в e-Learning: массовый открытый



дистанционный курс [Электронный ресурс] / В. Н. Кухаренко // Высшее образование в России. – 2011. – № 10. – С. 93-118. – Режим доступа : <http://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-v-e-learning-massovyyu-otkrytyu-distsionnyu-kurs>.

6. Пикалова В. В. Сотрудничество с Международным институтом GeoGebra как инструмент совершенствования математической подготовки будущего учителя [Электронный ресурс] // Образовательные технологии и общество. – 2013. – Том 16. – № 1. – С. 564-574. – Режим доступа : [http://ifets.ieee.org/russian/depositary/v16\\_i1/html/12.htm](http://ifets.ieee.org/russian/depositary/v16_i1/html/12.htm).

7. Шокалюк С. В. Особливості навчання школярів за дистанційною формою / С. В. Шокалюк, К. І. Словак // Новітні комп'ютерні технології. – К. : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. – 2009. – С. 62-64.

8. Allison L. Edtech Notes: Understanding Massive Open Online Courses [Electronic resource] / Allison Littlejohn // CEMCA. – 2013. – Access mode : [http://cemca.org.in/ckfinder/userfiles/files/EdTech%20Notes%20\\_Littlejohn\\_final\\_1June2013.pdf](http://cemca.org.in/ckfinder/userfiles/files/EdTech%20Notes%20_Littlejohn_final_1June2013.pdf).

### References (translated and transliterated)

1. Bilousova L. I. Technology of forming at the future teachers of self-education competence with the use of potential of informative-educational environment [Electronic resource] / Bilousova L. I., Kyselyova O. B. // Information technologies in education. – Kherson : Vydavnytstvo KhDU, 2009. – Issue 3. – P. 11-19. – Access mode : [http://ite.kspu.edu/webfm\\_send/492](http://ite.kspu.edu/webfm_send/492). (In Ukrainian)

2. Buhaichuk K. L. Mass open online courses: concepts, features and prospects of the use in educational process of MIA / Konstantin L. Bugaychuk // Information Technologies and Learning Tools. – 2011. – Vol 26, No 6. – P. 2-18. (In Ukrainian)

3. Bugajchuk K. L. Massovye otkrytye distancionnye kursy: ponjatie, tipologija, perspektivy [Massive open online courses: concept, typology, perspectives] [Electronic resource] / K. L. Bugajchuk // Vyshee obrazovanie v Rossii. – 2013. – No. 3. – S. 148-155. – Access mode : <http://cyberleninka.ru/article/n/massovye-otkrytye-distantsionnye-kursy-istoriya-tipologiya-perspektivy>. (In Russian)

4. Kulaha I. V. Masovi vidkryti onlain-kursy yak providna osvitalia tendentsiia suchasnosti [Massive open online course as a leading contemporary educational trend] [Electronic resource] / I. V. Kulaha // Treninhovi tekhnolohii v osviti ta biznesi: dosvid i perspektivy zastosuvannia : zb. materialiv Vseukr. nauk.-prakt. Internet-konf. (18-21 liut. 2013 r., m. Kyiv) / M-vo osvity, nauky ta sportu Ukrainy, DVNZ “Kyiv. nats. ekon. un-t imeni Vadyma Hetmana” ;

redkol. : A. P. Nalyvaiko (holova) [ta in]. – Kyiv : KNEU, 2013. – S. 24-29. – Access mode : <http://ir.kneu.edu.ua:8080/bitstream/2010/8441/1/24-29.pdf>. (In Ukrainian)

5. Kuharenko V. N. Innovacii v e-Learning: massovyy otkrytyj distancionnyj kurs [Innovations in e-Learning: a massive open online course] [Electronic resource] / V. N. Kuharenko // Vysshee obrazovanie v Rossii. – 2011. – No. 10. – S. 93-118. – Access mode : <http://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-v-e-learning-massovyy-otkrytyy-distantsionnyy-kurs>. (In Russian)

6. Pikalova V. V. Sotrudnichestvo s Mezhdunarodnym institutom GeoGebra kak instrument sovershenstvovaniya matematicheskoy podgotovki budushhego uchitelja [Cooperation with the International Institute GeoGebra as a tool to improve the mathematical training of future teachers] [Electronic resource] // Obrazovatel'nye tehnologii i obshchestvo. – 2013. – Tom 16. – No. 1. – S. 564-574. – Access mode : [http://ifets.ieee.org/russian/depositary/v16\\_i1/html/12.htm](http://ifets.ieee.org/russian/depositary/v16_i1/html/12.htm). (In Russian)

7. Shokaliuk S. V. Osoblyvosti navchannia shkolariv za dystantsiinoiu formoiu [Features of teaching students at remote form] / S. V. Shokaliuk, K. I. Slovak // New computer technology. – K. : Ministerstvo rehionalnoho rozvytku ta budivnytstva Ukrainy. – 2009. – S. 62-64. (In Ukrainian)

8. Allison L. Edtech Notes: Understanding Massive Open Online Courses [Electronic resource] / Allison Littlejohn // CEMCA. – 2013. – Access mode : [http://cemca.org.in/ckfinder/userfiles/files/EdTech%20Notes%202\\_Littlejohn\\_final\\_1June2013.pdf](http://cemca.org.in/ckfinder/userfiles/files/EdTech%20Notes%202_Littlejohn_final_1June2013.pdf).