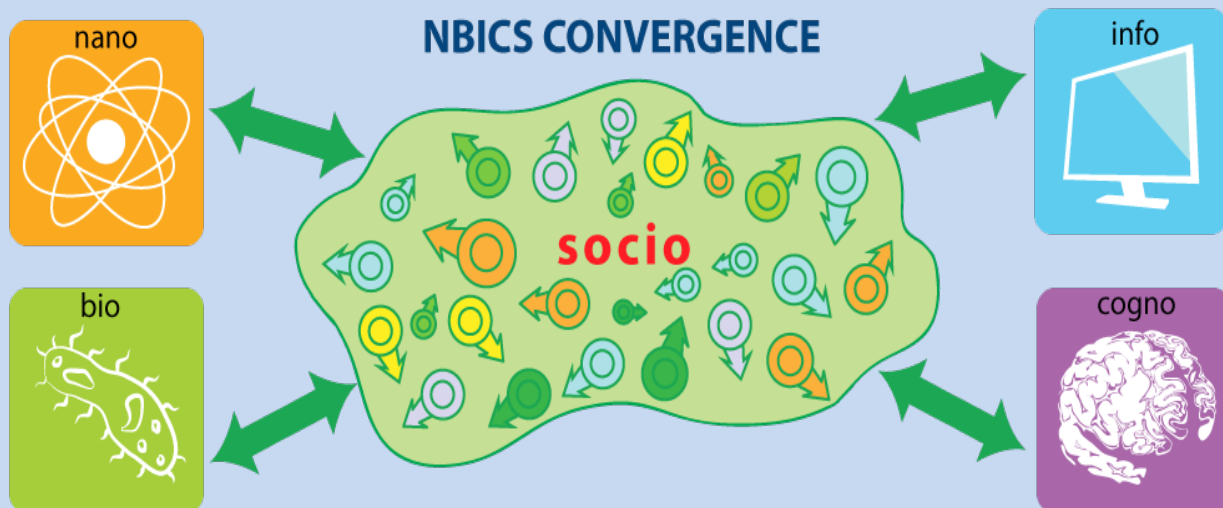


Національна академія наук України

Комітет з питань біоетики

ДУ «Науковий центр з медико-біотехнічних проблем НАН України»



НАУКОВИЙ СЕМІНАР

«ЕТИКА КОНВЕРГЕНТНИХ NBIC-
ТЕХНОЛОГІЙ ТА БІОБЕЗПЕКА»

26 вересня 2018 р.
Київ, Україна

ЗМІСТ

СВІТОГЛЯДНІ ТА ФІЛОСОФСЬКІ АСПЕКТИ КОНВЕРГЕНТНИХ НАНО-, БІО-, ІНФО- ТА КОГНО-ТЕХНОЛОГІЙ

НВІС-КОНВЕРГЕНЦІЯ І ТРАНСФОРМАЦІЯ ОСНОВНИХ ФІЛОСОФСЬКИХ ПЕРЕДСТАВЛЕНЬ
Т.В. Мишаткіна4

ЕТИКО-ПОЛІТИЧЕСЬКІ МЕХАНІЗМИ ТЕХНОЛОГІЗАЦІЇ ЕВОЛЮЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ
В.Ф. Чешко.....7

ІННОВАЦІЙНА КУЛЬТУРА ЯК ОСНОВА ДЛЯ ВНЕДРЕННЯ І РЕАЛІЗАЦІЇ НВІС-ТЕХНОЛОГІЙ
Н.А. Прокопенко.....9

ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ КОНВЕРГЕНТНИХ НВІС-ТЕХНОЛОГІЙ
П.Я. Смалько, Т.В. Павлюк, М.О. Чащин11

СЦЕНАРІЙ РОЗВИТКУ НВІС-ТЕХНОЛОГІЙ В КОНТЕКСТЕ БІОМЕДИЦИНИ: PRO ET CONTRA
Я.С. Яскевич13

СОВРЕМЕННЫЕ ГЕНО-ИНЖЕНЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И БИОБЕЗОПАСНОСТЬ
С.Б. Мельнов16

БІОЕТИЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ НВІС- ТЕХНОЛОГІЙ

ЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ КОНВЕРГЕНТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Т.В. Гардашук18

НВІС-ТЕХНОЛОГІЇ З ПОЗИЦІЇ БІОЕТИКИ
С.М. Калугіна, І.Г. Купновицька19

ПРОБЛЕМА БЕЗПЕКИ НАНОМАТЕРІАЛІВ, БІОЕТИЧНІ АСПЕКТИ, ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ
І.М. Трахтенберг, Н.М. Дмитруха21

МІСЦЕ МІКРОЕЛЕМЕНТОЛОГІЇ У ЕПОХУ КОНВЕРГЕНЦІЇ НАУК
І.М. Андрусшина.....23

КОНВЕРГЕНТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СПИНАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ
Д.Р. Дуплий26

БІОЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ ЕНДОТЕЛІОПРОТЕКТОРІВ <i>О.О.Нагорна, І.Ф.Беленічев, Н.О.Горчакова, І.С.Чекман</i>	28
ПРОБЛЕМИ НАНОБЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СУЧАСНИХ РЕСТАВРАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ В СТОМАТОЛОГІЇ <i>К.Д.Копач, О.В.Демецька</i>	30
ІНФОРМАЦІЙНІ ТА КОГНОТЕХНОЛОГІЇ – ОСНОВА СУЧАСНИХ ЛЕКЦІЙ <i>Г.В.Зайченко, Н.О.Горчакова, В.Ю.Дяченко</i>	32
БІОЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНШИХ ІНТЕРАКТИВНИХ ПІДХОДІВ У ФАРМАКОЛОГІЇ <i>Н.О.Горчакова, В.Ю.Дяченко</i>	34
ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК	35

**СВІТОГЛЯДНІ ТА ФІЛОСОФСЬКІ АСПЕКТИ
КОНВЕРГЕНТНИХ НАНО-, БІО-, ІНФО- ТА
КОГНО-ТЕХНОЛОГІЙ**

NBIC-КОНВЕРГЕНЦІЯ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ОСНОВНЫХ ФИЛОСОФСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

Т. В. Мишаткина

*Международный государственный экологический институт
им. А. Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время развитие науки и техники определяется ускоряющимся прогрессом в таких областях, как информационные технологии, биотехнологии, нанотехнологии, когнитивные науки. Взаимопроникновение и развитие этих технологий – *NBIC-конвергенция* (*N* - нано; *B* - био; *I* - инфо; *C* - когно) не только имеют огромное научное и технологическое значение, но и приводят к серьезным культурным, философским и социальным изменениям. В частности, это касается пересмотра традиционных представлений о таких фундаментальных категориях, как *жизнь, разум, человек, природа, существование*.

NBIC-технологии способны привести к революционным преобразованиям во всех сферах жизни, в том числе в области медицины и экологии. Планирование, внедрение и реализация этих преобразований требуют особого внимания к социальным и этическим проблемам, поскольку результаты применения NBIC-технологий могут быть непредсказуемыми и нести определенные риски для человека, общества и окружающей среды. Эти процессы трудно контролировать; они могут создавать основу для социальных конфликтов на всех уровнях – от локального до международного.

Исторически эти категории формировались и развивались в рамках медленно изменяющегося общества, поэтому они корректно описывают явления и объекты, не выходящие за рамки знакомого и привычного. Пытаться использовать их с прежним содержанием для описания нового *NBIC-мира*, создаваемого с помощью технологий конвергенции, нельзя – как нельзя применять неделимые, неизменные атомы Демокрита для описания термоядерного синтеза. Возможно, что от основанной на повседневном опыте определенности человечеству предстоит перейти к пониманию того, что в реальном мире не существует четких границ между многими считавшимися ранее дихотомичными явлениями.

Прежде всего, меняет смысл (с точки зрения биоэтики) привычное различие между *живым и неживым*. Развитие био- и нанотехнологий грозит полностью стереть эту грань. Построение целого спектра функциональных систем непрерывно усложняющейся конструкции – от простых механических наноустройств до живых разумных существ – означает, что принципиальной разницы между живым и неживым нет, есть лишь системы, в разной степени обладающие характеристиками, традиционно ассоциирующимися с жизнью.

Уже сейчас живые существа создаются «искусственно» с помощью генной инженерии. Уже скоро станет возможным создавать сложные живые существа из отдельных элементов молекулярных размеров. Это неизбежно будет означать трансформацию наших традиционных представлений о *рождении и смерти*: уже сегодня человек способен к созданию новых форм жизни путем «непорочного зачатия» – ВРТ.

Применение информационных технологий приводит к появлению «информационной» интерпретации жизни, в рамках которой ценность представляет не только материальный объект (живое существо) как таковой, но и информационный носитель его сущности. Это приведет к реализации сценариев так называемого «цифрового бессмертия»: восстановления живых разумных существ по сохранившейся информации о них. Возможно, что в перспективе человек будет считаться живым в зависимости от сохранности информации о нем, полученной с помощью психологических опросников или записывающих устройств.

Пересматривать также приходится понятия «человек» и «человеческое». В связи с развитием биотехнологий человечество столкнулось с такими проблемами, как определение момента возникновения человеческой жизни. Встал вопрос о применимости понятия «человек» к эмбриону на разных стадиях его развития. По мере перестройки человека встает вопрос о границах «человеческого». До последнего времени этой теме уделялось мало внимания. Относительно просто этот вопрос решается, когда мы восстанавливаем естественную природу человека (протезирование, очки и пр.). Сложнее дело обстоит при модификации самого человека. Если человек сознательно приобретает нечто, ранее людям не свойственное (жабры, например), и отказывается от свойственного ему (легкие, например), ведет ли это к «потере человеческого»? Получается, что «человек» – это всего лишь удобный термин, который мы придумали для отображения привычного для нас мира.

Развитие когнитивных технологий подвергает сомнению дихотомию *разумного и неразумного*, жесткую границу между ними. Существуют данные, что при адекватном воспитании некоторые животные (прежде всего, высшие приматы, возможно, и дельфины) проявляют необычайно высокие способности к так называемому «аплифтингу» – «возвышению». При подобном развитии событий такие животные смогут считаться разумными, а значит, грань между человеком (разумным) и животными станет не столь явной. Аналогичным образом, развитие гуманоидных роботов и наделение их искусственным интеллектом может привести к стиранию границ между человеком и роботом.

Неоднозначным является вопрос, что в будущем станут называть *природным*. Представление о человеке как небольшом, слабом существе в большом, враждебном и опасном мире неизбежно изменяется по мере того, как человек получает все больший контроль над миром. С развитием NBIC-технологий человечество потенциально может взять под контроль любые

естественные процессы на планете. Что будет при этом являться «природой», где будет находиться «природа», да и вообще – существует ли «природа» на планете, где нет места масштабным случайным явлениям, где контролируется все – от климата до биохимических процессов в отдельной клетке? Здесь проглядывается стирание еще одной дихотомии: *искусственное – естественное*.

Можно также предположить, что возобновится *биологическая эволюция* человека. В ближайшем будущем биологическая дивергенция человека как вида, вероятно, может быть реализована уже на новом уровне, путем прямого вмешательства в генетический код человека. Здесь можно выделить два ключевых направления: перестройка тела человека и перестройка его разума, причем механизмы их во многом будут схожими – расшифровка генетического кода, клеточные технологии, моделирование биохимических процессов, вживление электронных устройств, использование наномедицинских роботов и т.д. В то же время, надо отчетливо понимать, что улучшение разума человека (его работы) возможно уже сегодня в рамках подхода, называемого «приращение разума» (*intelligence augmentation*).

Но какими бы ни были удивительными или даже шокирующими обсуждаемые вероятные последствия развития NBIC-технологий, этот процесс уже идет и вопросом научной честности является не отстранение от проблемы, а ее беспристрастный глубокий анализ.

ЭТИКО-ПОЛИТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ТЕХНОЛОГИЗАЦИИ ЭВОЛЮЦИОННОГО ПРОЦЕССА

В.Ф.Чешко,

Харківський національний економічний університет ім. С.Кузнеця

NBIC-технологии принадлежат к системным факторам современной техногенной цивилизации, которая предопределяет преобладание социокультурного компонента эволюционной стратегии человека над биологическим, достигаемое посредством технорационалистических инноваций. Уже в античной Греции онтология человеческого бытия претерпела дихотомию на два вербальных символа-концепта – биос (социальная жизнь, гуманность в современной антропологии) и зое (животное бытие, человеческая природа в современной антропологии). В эпоху Средневековья эта антиномия трансформировалась в противопоставление духовного и плотского (животного) начала человеческой сущности. Эта оппозиция интерпретировалась как антагонизм между добродетелью и грехом и разрешалась как императив «победы духа над плотью». Через Эпоху Возрождения и Модерн проходит неявный до XX столетия тренд на установление некоторых правил соответствия между социально-политической и биологической жизнью человеческих существ. Начало этому тренду положила концепция «естественных прав человека».

Основные понятия теории эволюции в эпоху антропоцена принимают форму социокультурных конструкций, что полностью согласуется с методологическими установками современной парадигмы теоретической социологии. Однако это суждение означает, в рамках парадигмы естествознания и технологии, «всего лишь» рационализацию и технологическое развитие эволюционного процесса, применительно к человечеству и экосистемам различного уровня, включающим в себя человека в качестве своего элемента.

Концептуально-категориальные поля социогуманитарной и естественнонаучной ипостасей антропологического знания в технорационалистическом модуле эволюционной стратегии человека образуют коэволюционирующую связку. В эпистемологическом аспекте эта связка, во-первых, отражает взаимодействие векторов адаптацiogенеза нашего биологического вида, основанных на биологической и социокультурной наследственности; и, во-вторых, является продуктом взаимной рефлексии двух парадигм – эволюционно-генетической и эволюционно-социологической. Соответственно, рефлексивный поток ассоциативных образов, направленный от физической антропологии к социальной и культурной антропологии генерирует поиск генетических детерминантов патологических состояний в условиях принимаемого как константа социально-культурного контекста и провоцирует разработку технологий «исправления» генетической структуры человеческой популяции

– генодиагностики, генотерапии (негативной евгеники), Human Enhancement (позитивной евгеники). Основным фактором, определяющим направление этих эволюционных преобразований есть доминирующие субъективные ценности (биоэтика). В такой, эволюционно-социологической проекции элементы естественнонаучного знания (геномика) и биотехнологические инновации и их продукты (ГМО и проч.) воспринимаются как инструменты реализации реализации и поддержания баланса политических устремлений отдельных социальных общностей).

Встречный поток (от культурной антропологии и социологии к эволюционной антропологии) рефлексивной интерпретации обуславливает восприятие биополитического и биоэтического контекста как адаптивного ландшафта, преформирующего тренды эволюции человеческого генома посредством эпигенетических модификаций переходящих, в свою очередь, в изменения частотного популяционного распределения элементарных структур генетической информации. Результатом этой ветви трансдисциплинарных коннотаций и взаимного перевода содержания парадигмальных терминов и базисных категорий становится разработка «гуманитарных технологий», направляющих эволюцию общества в соответствии с объективными интересами повышения качества жизни нашего биологического вида.

Итак, формируется цикл взаимных внутримодульных осцилляций, распространяющийся на остальные модули (биологический и социокультурный) эволюционной стратегии Homo sapiens, а затем – на всю эко-систему, элементом которой он является. Каждая такая осцилляция последовательно проходит фазы зарождающегося когнитивного диссонанса, антагонизма и согласования биологической (молекулярно-генетической) и социокультурной (психосоциальной) реальности, диагностируемой и регулируемой социальным институтом биоэтики.

В результате наложения обоих рефлексивных проекций результирующая институциональной и биополитической форм власти смещается в сторону превалирования последней, содержание и смысл базисных политических идеологем радикальным образом изменяется. На пересечении смысловых и содержательных полей этих двух парадигм оказываются категории пола, гендера, расы, здоровья, нормы, равенства и т.д. Все они объединены чрезвычайно высокой и растущей политической актуальностью, которая создает столь же быстро растущий социальный запрос на разработку технологических средств контроля и произвольной (т.е. определяемой субъективным выбором личного экзистенциального проекта) модификации. Акцент на равенство и свободу выбора сменяется приматом разнообразия а сама свобода выбора трактуется как самоопределение в реализации экзистенциального проекта (life history), основой которой служит полисемантичесность поведенческих программ, заложенная в человеческой природе.

ИННОВАЦИОННАЯ КУЛЬТУРА КАК ОСНОВА ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ NBIC-ТЕХНОЛОГИЙ

Н.А. Прокопенко

*ГУ “Институт геронтологии им. Д.Ф. Чеботарева НАМН Украины”, Киев,
Украина*

Современная экономика приобретает всё более инновационный характер. NBIC-технологии являются неотъемлемой частью инновационной экономики. Безусловно, создание новой экономической и социальной модели путем развития NBIC-технологий будет способствовать повышению благосостояния и качества жизни людей. Для обеспечения повышения эффективности таких инновационных технологий необходимы социальные, технические, экономические, психологические и иные предпосылки, которые обеспечат комплексное внедрение и всестороннее освоение этих новшеств при сохранении в инновационной системе динамического единства старого, современного и нового. Таким образом, без высокого уровня развития инновационной культуры широкое внедрение NBIC-технологий невозможно. Инновационная культура характеризуется степенью восприимчивости личностью, группой, обществом различных новшеств, т.е. готовность и способность людей к реализации новшеств в качестве инноваций. Формирование инновационной культуры представляет собой создание инновационно-культурного пространства как части общесоциального пространства. Идеи инновационной культуры должны составить основу обустройства инновационного пространства. Основной характеристикой инновационно-культурного пространства является его глобальность. Именно здесь нужно закладывать такие регулятивные функции инновационной культуры как легитимность, смыслообразующие ценности (справедливость, гуманность и т.д.), нацеленность на эффективность.

Элементы инновационной культуры в значительной степени могут способствовать или препятствовать внедрению и реализации NBIC-технологий как инновации. К основным из них относится мотивационно-психологическая способность к восприятию этих новшеств в диапазоне от нейтрального до активного участия, а также готовность к реализации новшеств через выполнение различных профессиональных инновационных функций, наличие для этого специальных знаний, навыков и умений.

Повышению инновационной культуры при проектировании и реализации нововведений способствует строгое соблюдение принципов системности: первичность целого по отношению к составляющим его частям (динамическое единство старого, современного и нового является первичным по отношению к каждому из этих элементов); принцип неаддитивности (не сводимости свойств системы к сумме свойств составляющих её элементов); принцип синергичности (однаправленность действий элементов системы

усиливает эффективность функционирования всей системы); принцип эмерджентности (неполного совпадения целей системы с целями её компонентов); принцип преемственности; принцип альтернативности; принцип адаптивности; принцип структурности.

Эффективность инновационной деятельности во многом определяется состоянием инновационного климата в обществе, который, в свою очередь, зависит от характера отношения к нововведениям со стороны основных социальных групп и со стороны различных поколений. Довольно часто инновация ведет к возрастанию конфликтности в обществе, что, в свою очередь, тормозит внедрение новшеств. Поэтому важно, чтобы процесс происходил позитивно не только в сугубо профессиональной среде, но имел поддержку других слоев общества: потребителей, а также тех, кто формально непричастен, но может получить от новшеств косвенную выгоду, например, рабочие места. Положительные результаты инновационных исследований необходимо широко распространять в обществе через средства массовой информации, компьютерные сети, важно проведение научно-практических конференций, семинаров, «круглых столов».

В фазе распространения NBIC-технологий необходимо предвидеть наиболее важный вариант дальнейшего развития инновации, который заключается в системном усилении изменений благодаря действию положительных обратных связей, что может повлечь за собой цепь последовательных сдвигов в системе вплоть до полной ее трансформации, что приведет к радикальному изменению образа жизни миллионов людей.

Итак, в условиях современного общества инновационная культура как социальный феномен представляется объективной необходимостью, так как именно инновационная культура является основой, двигателем комплексного внедрения и всестороннего освоения NBIC-технологий.

ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ КОНВЕРГЕНТНИХ NBIC-ТЕХНОЛОГІЙ

Смалько П.Я., Павлюк Т.В., Чащин М.О.

*ДУ «Науковий центр з медико-біотехнічних проблем НАН України»,
Київ, Україна*

На сьогодні розвиток науки і техніки визначається прискореним прогресом в таких галузях, як інформаційні технології, біотехнології, нанотехнології та когнітивна наука. Ці технології розвиваються не в ізоляції, а активно взаємодіють одна з одною. Таке явище взаємовпливу отримало назву *NBIC-конвергенції* (за першими літерами областей: *N*- нано; *B*- біо; *I*- інфо; *C*- когно). Найбільш розвинені з цих технологій – інформаційно-комунікаційні. Завдяки можливості комп'ютерного моделювання різних процесів вони істотно впливають на розвиток інших технологій.

Так, інформаційні технології успішно використовуються для моделювання біологічних систем. Наразі створено безліч найрізноманітніших моделей, починаючи від молекулярних та клітинних до моделей цілого організму. Передбачається, що в майбутньому стане можливим цілісне моделювання живих організмів: від генетичного коду до будови організму та його розвитку, і далі – до еволюції популяції. Спостерігається і зворотний процес, коли біотехнології впливають на розвиток комп'ютерних технологій, наприклад при розробці так званих ДНК-комп'ютерів.

Взаємодія між інформаційними технологіями і нанотехнологіями також носить двосторонній характер. З одного боку, інформаційні технології використовуються для комп'ютерної симуляції нанопристроїв. З іншого – вже сьогодні активно використовуються нанотехнології для створення більш потужних обчислювальних і комунікаційних систем. Передбачається, що така синергетична взаємодія забезпечить відносно швидкий розвиток нанотехнологій до рівня молекулярного виробництва.

В майбутньому найбільш перспективною, на думку експертів, може стати взаємодія між інформаційно-комунікаційними і когнітивними технологіями. На сьогодні інформаційні технології зробили можливим більш якісне, ніж раніше, вивчення людського мозку, а подальший їх розвиток в перспективі дозволить здійснювати його всебічне комп'ютерне моделювання, включаючи симуляцію розуму, особистості, свідомості та інших властивостей людської психіки. Крім цього, розробки інтерфейсів «мозок-комп'ютер» відкривають широкі можливості для підключення штучних частин тіла і донорських органів до людини через нервову систему. Вже зараз інформаційні та комунікаційні технології використовуються для посилення людського інтелекту. Вони суттєво доповнюють природні здібності людини у роботі з інформацією: розробляються системи

комп'ютерних програм, які посилюють та розширюють розумові процеси людини.

Беручи до уваги міждисциплінарний характер сучасної науки, а також описані вище взаємозв'язки між NBIC-технологіями, можна говорити, що така конвергенція в перспективі повинна спонукати до їх злиття в єдину науково-технологічну область знання. Така область включатиме в предмет свого вивчення всі рівні організації матерії: від молекулярної природи речовини (нано), до природи життя (біо), природи розуму (когно) і процесів інформаційного обміну (інфо).

Явище NBIC-конвергенції в значній мірі є світоглядною проблемою. Можливості, що розкриваються завдяки NBIC-конвергенції, неминуче приведуть до серйозних культурних, філософських і соціальних змін. Зокрема, це стосується перегляду традиційних уявлень про такі фундаментальні поняття, як життя, розум, людина, природа тощо. Розвиток біо- і нанотехнологій веде до стирання граней між живим і неживим. Створення функціональних систем, конструкція яких безперервно ускладнюється – від простих механічних нанопристроїв до живих істот – означає, що принципової різниці між живим і неживим немає, є лише системи з різним набором рис і характеристик, що традиційно асоціюються з життям.

NBIC-технології спроможні призвести до революційних перетворень в усіх сферах життя, зокрема у галузі медицини, екології, в сільському господарстві та харчовій промисловості. Планування, впровадження і реалізація цих перетворень потребує особливої уваги до соціальних та етичних проблем, оскільки результати застосування NBIC-технологій можуть бути непередбачуваними і нести певні ризики для суспільства, навколишнього середовища тощо. Зважаючи на те, що в їх розвитку і використанні беруть активну участь недержавні структури, ці процеси важко контролювати. Це створює основу для соціальних конфліктів на різних рівнях: локальному, регіональному, міжнародному. На кожному з цих рівнів необхідно розробляти механізми правового контролю та інститути управління ризиками.

У зв'язку з цим нагальними стають аналіз наслідків застосування NBIC-технологій, оцінка їх ризикогенності і розробка інструментів соціального контролю, що запобігають ризикам або знижують їх. Це можливо тільки на базі спільних досліджень і діалогу вчених різних наукових дисциплін: філософії та етики, біології та медицини, соціології та права, культурології та інформатики тощо. Одним з таких інструментів для забезпечення біобезпеки людини і природи може стати створення механізму гуманітарної експертизи та розробка соціогуманітарних технологій на засадах біоетики.

СЦЕНАРИЙ РАЗВИТИЯ NBIC-ТЕХНОЛОГИЙ В КОНТЕКСТЕ БИМЕДИЦИНЫ: PRO ET CONTRA

Я. С. Яскевич

Белорусский государственный экономический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Гуманитарно-этическое осмысление биомедицинских технологий сталкивается сегодня с такими проблемами, как сложность научного прогнозирования при помощи анализа риска и пользы из-за невозможности/трудности обоснования прогнозных моделей их поведения в каждом отдельном случае, возникающем в реальном процессе биомедицинских исследований. Типовые ситуации биоэтики, ориентированной на регулирование применения биотехнологий, в ракурсе их сопряжения, объединения и использования порождает такой «синергетический букет» в оценке поведения сложных комплексных объектов, что требует разработки инновационных методологически ангажированных подходов, «неподвластных» даже биоэтике с ее уже сложившимися принципами, концептуальным аппаратом и методами. В этих условиях возникает необходимость объединения ключевых технологий – нано-, био-, инфо- и когнитивных наук – в единое направление – *NBIC-технологии*, философско-методологический анализ которого позволяет зафиксировать стремительную динамику этого процесса.

В этом симбиозе приоритет, безусловно, отдается *нанобиотехнологиям*, выступающим в качестве платформы, позволяющей объединить информационные и когнитивные идеи ученых, совершающих инновационные прорывы, в систему вспомогательных *коммуникативных методологий*. В частности, они помогают преодолевать радикально негативные взгляды и сценарии относительно использования инновационных биомедицинских технологий, противостоя существующим в социуме «фобиям» от их использования, а также предостерегая общество от ложных ожиданий.

В рамках же позитивного сценария они предоставляют необходимый методологический ракурс их исследования, социального измерения и конструирования, оценки с точки зрения регулирования и прогнозирования рисков, возможных угроз, формирования ответственности ученых и экспертов, задействованных в исследованиях инноваций. Рационально-когнитивные формы отношения к биомедицинским инновациям позволяют включать их в этико-гуманитарный дискурс с установкой на разработку соответствующих кодексов, рекомендаций, экспертных выводов и заключений. Выстраиваются гносеологические и методологические модели *рациональной коммуникации*, опирающиеся на такие критерии познавательных целей и достижений, как эмпирическая адекватность,

целерациональность, эффективность и продуктивность интеллектуальной и практической коммуникации, общепринятость норм и правил поведения, ясность и согласие относительно понятий и суждений. Принятие на этой основе рациональных и нравственно-ориентированных решений особенно необходимо в условиях современного рискогенного общества.

Наиболее приемлемой моделью коммуникации биоэтики и СМИ является, на наш взгляд, *социально-психологическая (интеракционистская) модель коммуникации* Т. Ньюкомба. В этой модели субъекты коммуникации равноправны, связаны взаимными ожиданиями и установками, а коммуникация рассматривается как реализация общего интереса с помощью передаваемой информации, которая способствует расширению или сужению возможностей взаимопонимания и сотрудничества, достижению согласия между субъектами коммуникации, установление их равновесия.

Биоэтика как достаточно молодая наука остро нуждается в репрезентации и популяризации ее открытий, смысл которых не всегда понятен широкой публике и требует разъяснений в доходчивой форме. Единство *NBIC-технологий* дает возможность грамотно объяснить «человеку с улицы», что собою представляет та или иная биомедицинская технология и как ее применить. Следует ли ее использовать, решает сам человек, решение остается за его выбором, в соответствии с его долгом, ответственностью, системой ценностей.

Одним из наиболее показательных моментов взаимосвязи *NBIC-технологий* и морали является проблема ответственности ученого перед обществом за результаты научных исследований, за их использование на благо или во вред человеку. Проявляется эта ответственность в том, чтобы информировать общественное мнение как о благах, которые принесет внедрение его открытия, так и об опасностях, которые могут возникнуть при злоупотреблении им. Стратегическая задача, стоящая сегодня перед научным биомедицинском сообществом, – включение в структуру научно-когнитивной деятельности этических и аксиологических аргументов, наработка новых ценностных смыслов и подходов в исследованиях в области биомедицины и генетики. Для успешного диалога человека с человеком в науке устанавливаются новые критерии и подходы, ориентированные на плюрализм мнений, терпимость, толерантность, согласие, ответственность. Познавательное-когнитивное отношение к исследованию сложных уникальных объектов биомедицины, геной инженерии и т. п., в которые включен сам человек, нуждается в пересмотре традиционного тезиса об «этической нейтральности» научного познания, в обосновании новых ценностей, разработке инновационных идей и подходов с последующей их трансляцией в систему просвещения, воспитания, образования и межкультурного диалога. Универсальные принципы и аксиологические критерии, линейные координаты и измерения, императивные правила и требования перестают определять характер принимаемых в современной

науке и медицине решений, требуя нелинейной и гибкой аргументации, учета конкретных практик жизненного мира и синергетической необратимости сделанного морального выбора в биомедицинских исследованиях. Альтернативным подходом, отвечающим этим требованиям, выступает применение NBIC-технологий в биомедицине и генетике.

**СОВРЕМЕННЫЕ ГЕННО-ИНЖЕНЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И
БИОБЕЗОПАСНОСТЬ**

С.Б.Мельнов

*Белорусский государственный университет физической культуры,
г. Минск, Республика Беларусь*

**БІОЕТИЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ЗАСТОСУВАННЯ НВІС- ТЕХНОЛОГІЙ**

ЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ КОНВЕРГЕНТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Т.В.Гардашук

Інститут філософії імені Г.С.Сковороди НАН України, Київ, Україна.

Термін «конвергенція» використовують в різних наукових дисциплінах (математиці, біології, теорії еволюції, телекомунікації тощо) для опису феномену, коли дві або більше речей, ознак чи подій збігаються, формуючи нове ціле. В наш час термін «конвергенція» набув поширення в найрізноманітніших дискурсах, один з яких стосується новітніх процесів в царині наукових досліджень і проваджень. Найчастіше його використовують для означення міждисциплінарного поля, яке об'єднує нанотехнології, біо- та генетичні технології, інформаційні й комунікативні технології, когнітивні науки, дослідження функціонування мозку людини тощо («конвергентні технології»). Термін «конвергентні технології» використовується як парасоль для означення нових та емерджентних технологій («new emerging science and technologies», або NESTs). Дослідники переконані, що саме завдяки конвергентним технологіям та NESTs відкриваються «нові та радикальні можливості» як в науці, так і в багатьох практичних сферах, що стосуються людини, соціуму та світу загалом. Нанотехнології відіграють ключову роль в цих процесах, оскільки конвергенція різних технологій ґрунтується на матеріальній єдності світу на нанорівні. Одним із потенційних наслідків розвитку конвергентних технологій в невизначеній перспективі можуть стати «розумні» нанороботи, здатні до самореплікації, а втрата контролю над цими технологіями, згідно з футуристичними сценаріями, може в майбутньому радикально змінити стосунки між людьми та технологіями, а також загальні умови людського буття.

Дискусії щодо етичних, правових та соціальних наслідків розвитку та впровадження нових технологій, особливо коли йдеться про взаємодію живих систем та нанобіотехнологій, що тривають уже понад десять років, виокремлені у:

- дослідження етичних, правових та соціальних імплікацій новітніх технологій – *ELSI-studies* (ethical, legal, and social implications);
- дослідження впливів новітніх технологій на довкілля, здоров'я та безпеку – *EHS-studies* (environmental, health, and safety).

Особливу увагу гуманітаріїв серед новітніх технологій привертають нанотехнології, внаслідок чого в літературі утвердився неологізм «наноетика», яким позначають загальну стурбованість щодо тенденцій розвитку нанонауки та ймовірних наслідків практичного впровадження нанотехнологій.

NBIC-ТЕХНОЛОГІЇ З ПОЗИЦІЇ БІОЕТИКИ

С.М. Калугіна, І.Г. Купновицька

*Івано-Франківський національний медичний університет
м. Івано-Франківськ, Україна*

Образ майбутньої постіндустріальної цивілізації і суспільства знань значною мірою визначають сьогодні так звані конвергентні технології, під якими мається на увазі складний міждисциплінарний комплекс інноваційних технологій і наук: нано-, біо-, інформаційно-комунікаційних, когнітивних і соціальних (NBIC). Звідси - нагальна потреба в фундаментальних дослідженнях сутності конвергенції, ймовірних загроз і перспектив використання NBIC-технологій. Сучасна інноваційна цивілізація, розвиваючись лавиноподібними темпами, породжує безліч нових несподіваних дисбалансів. Впровадження в соціоприродне середовище складних технічних систем, що проникають все глибше у малокеровані інформаційні, когнітивні, нанопростори, викликаючи небажані і раніше недосліджені синергетичні ефекти, і створюючи непередбачувані ситуації.

При цьому неминуче виникає ряд етичних питань, пов'язаних з проблемою відповідальності вченого і практика, етичної експертизи науково-технічних інновацій на всіх стадіях від розробки до утилізації, зняттям конфліктних ситуацій, результат яких може кардинально вплинути на вибір соціального майбутнього і мати незворотні антропологічні наслідки. З іншого боку, саме на сучасному етапі розвитку науки для вирішення етичних проблем, що виникають, формуються нові перспективні філософсько-методологічні основи.

Класична етика як наука про норми і формальні правила взаємовідносин людей в суспільстві вже не може виступати універсальним регулятором нашої поведінки і діяльності, не встигаючи перебудовуватися під впливом нових можливостей, які відкриваються наукою та лібералізацією керованої суспільної думки. Наука і техніка перестають на початку ХХІ ст. бути етично нейтральними інструментами людини, навпаки, саме вони з'являються у фокусі найгостріших моральних дискусій і конфліктів: про безпеку захоронення радіоактивних відходів; допустимості генних модифікацій рослин, тварин і людини; конфлікті інтересів у медицині; про захист приватного життя і комерційної інформації від інтернет-злочинців; про допустимість маніпулювання свідомістю тощо.

Перед етикою постають проблеми формулювання підстав моральних суджень і вчинків, необхідність рефлексії нових технологій, оцінки техногенних ризиків, пошуку морально прийнятних шляхів науково-технічного розвитку. Ці потреби призводять до появи нового напрямку в етиці - етики техніки, або етики технічної діяльності, яка об'єднує в собі етичні питання умов, цілей і наслідків розробки, виробництва, використання та

утилізації техніки. Це означає і етичну оцінку майбутніх рішень в області техніки, особливо з метою подолання можливих технічних конфліктів, які являють собою не тільки розбіжності з приводу технічних засобів, а й конфлікти, пов'язані з уявленнями про майбутнє і проекти розвитку суспільства. Саме тому проблематика етики нових технологій не обмежується вже обговоренням моральності дослідника, але спрямована на пошук фундаментальних принципів і колективних цінностей NBIC-технологій. У зв'язку з впровадженням нових технологій у медичну практику і формуванням механізму етичної і правової рефлексії цих інновацій - біоетики - спостерігається тенденція до зміни моделі взаємовідносин науки і суспільства: від парадигми безумовного прийняття до ідеї наукової грамотності, а потім - до парадигми розуміння науки громадськістю. На нашу думку, сьогодні особливу увагу треба приділяти необхідності безперервного моніторингу техногенних ризиків в умовах невизначеності та непередбачуваності наслідків конвергентних технологій, залучення до широкої експертизи наукових розробок всіх зацікавлених організацій і відомств, включаючи також користувачів інтернет-мереж. Фактично мова йде навіть не про вироблення тактичних прийомів ситуативної оцінки тих чи інших нових технологій, а про розробку етичної стратегії розвитку нашої цивілізації. Причому ця стратегія відбору стає не стільки охоронною, яка спрямована на утримання ціннісних імперативів, але моделюючою антропологічні зміни індивідуальної і соціальної природи людини в руслі процесу керованої гібридної еволюції техноантропосфери.

ПРОБЛЕМА БЕЗПЕКИ НАНОМАТЕРІАЛІВ, БІОЕТИЧНІ АСПЕКТИ, ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ

І.М. Трахтенберг, Н.М. Дмитруха

*ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І. Кундієва НАМН України»,
м. Київ, Україна*

Інтенсивний розвиток нанотехнологій, промислове виробництво і широке використання наноматеріалів в різних сферах життєдіяльності людини може сприяти забрудненню ними робочих місць, атмосферного повітря, водойм та інших об'єктів довкілля. Тому, першочерговим завданням для профілактичної медицини і токсикології є вирішення фундаментальних та прикладних задач, що пов'язані з розробкою, впровадженням методів та способів оцінки біобезпеки як самих нанотехнологій, так і синтезованих за їх допомогою наночастинок і наноматеріалів. Про необхідність таких досліджень було зазначено в резолюції, яка була прийнята на IV Національному конгресі з біоетики (2010 р., м. Київ): “Широке впровадження нанопрепаратів, наноматеріалів і нанотехнологій без попередньої оцінки їх безпечності несе реальну загрозу для здоров'я людини і оточуючого середовища. Виникає необхідність першочерговості розробок питань нанобезпеки та нанотоксикології, створення методології в цій галузі, зокрема, встановлення безпечних рівнів впливу на організм людини”.

На сьогодні дослідження з нанотоксикології проводяться більше ніж 50-ти країнах, у тому числі й в Україні. Основним завданням нанотоксикології є вивчення поведінки наночастинок (НЧ) у живому організмі, закономірностей проявів їх біологічної і токсичної дії залежно від форми, розміру, початкового матеріалу, площі поверхні, заряду й інших фізико-хімічних особливостей будови, а також дози, шляху введення, вмісту в органах-мішенях та тривалості дії. Дуже важливим є також оцінка можливих віддалених ефектів токсичної дії наночастинок, зокрема, їх генотоксичності та ембріотоксичності.

Серед широкого асортименту нанопродукції, особливої уваги та всебічного дослідження потребують НЧ металів, що використовуються в медицині, сільському господарстві, фармацевтичній і харчовій промисловості. В лабораторії промислової токсикології і гігієни праці при використанні хімічних речовин ДУ «Інститут медицини праці ім. Ю.І Кундієва НАМН України», починаючи з 2010 року, виконуються дослідження з вивчення безпеки наночастинок важких металів - забруднювачів довкілля (свинець, кадмій) та біогенних металів (мідь, залізо) в умовах *in vitro* та *in vivo*, встановлення особливостей, механізмів та органів-мішеней їх токсичної дії, проводиться пошук та наукове обґрунтування засобів профілактики.

Отримані дані дозволяють стверджувати, що наночастинки металів завдяки малому розміру здатні долати гематоенцефалічний бар'єр, накопичуватися в головному мозку, органах шлунково-кишкового тракту, легенях, нирках, селезінці, тимусі, лімфатичних вузлах. Потрапивши в організм НЧ металів активно проникають в клітини, взаємодіють з білками, порушуючи їх структуру і функції. Накопичуючись в органах і тканинах НЧ металів стимулюють оксидативний стрес, апоптоз клітин, викликають запальний процес, морфофункціональні зміни органів.

Результати експериментальних досліджень, дозволяють дійти висновку, що токсичність НЧ металів залежить від розміру частинок, ступеню токсичності металу, дози та тривалості дії. Дослідження токсичності НЧ металів з метою встановлення чітких критеріїв безпеки для людини вимагає комплексного підходу з проведенням експериментів в умовах *in vitro* та *in vivo*, дуже важливим є оцінка можливих мутагенних та генотоксичних ефектів. Накопичення даних токсиколого-гігієнічних досліджень з подальшим обґрунтуванням підходів щодо гігієнічного регламентування наноматеріалів є важливим кроком на етапі розробки проблеми їх біобезпеки. Першочергового вирішення потребує проблема розробки, гармонізації та впровадження законодавчо-регульованої нормативно-правової та методичної бази, що дозволить контролювати, сертифікувати та впроваджувати якісну та безпечну нанопродукцію.

МІСЦЕ МІКРОЕЛЕМЕНТОЛОГІЇ У ЕПОХУ КОНВЕРГЕНЦІЇ НАУК

Андрусихина І.М.

*ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І.Кундієва НАМН»,
Київ, Україна*

Досліджуючи взаємозв'язки та взаємовпливи у «зачарованому квадраті» Людина – Соціум – Культура – Технології, важко уникнути пасток різноманітних позитивно або негативно забарвлених поглядів на соціальні наслідки застосування техніки та новітніх технологій. Ясно, що глобальна еволюція суспільства та розвиток наук, які експоненційно розвиваються приведуть до злиття технологій та людського інтелекту. Сучасний етап «конвергентних технологій» стосується комбінації чотирьох головних галузей науки і техніки, кожна з яких на сьогодні розвивається швидкими темпами (Roco M.C., Bainbridge W.S., 2002; Roco M.C., Bainbridge W.S., 2006). Це - нанонаука і нанотехнології; біотехнології та біомедичні технології (включаючи генну інженерію); інформаційні технології, включаючи передове обчислювальне устаткування і комунікації; когнітивна наука, в тому числі когнітивна нейронаука. У світі цього медичні науки — невід'ємна складова NBIC-конвергенції, оскільки в тій чи іншій мірі взаємодіють з усіма її складовими і спрямовані на поліпшення якості життя людини і підвищення її працездатності.

Особливо важливе значення у концепції NBIC-конвергенції приписується *нанотехнологіям*, оскільки ці технології дають можливість здійснювати цілеспрямовані маніпуляції на атомарному і молекулярному рівнях. Останні досягнення у нанонауці й нанотехнологіях зумовлюють швидку конвергенцію інших наук і технологій, що спостерігається вперше за історію людства.

Відомо, що біосистеми керуються нанорозмірними процесами, які вдосконалювалися впродовж мільйонів років за час створення живого наносвіту. Нанорозмірна сукупність органічного і неорганічного матеріалу призводить до формування клітин. Порівняно недавно виникло та інтенсивно розвивається нове міждисциплінарне направлення – металоміка яка об'єднала галузі біології хімії та медицині над вивченням ролі хімічних елементів їх розподілом у організмі, з'ясуванню молекулярних механізмів металозалежних біологічних процесів (Иваненко Н.Б. та співав., 2012, Michalke В.,2016). У рамках такої конвергенції наук вивчаються функції різних форм хімічних елементів, що мають різну біологічну активність.

Добре відомо, що у клітинах живих організмів есенційні та токсичні метали присутні у вигляді іонних та молекулярних неорганічних форм, сполук з амінокислотами, вуглеводами, нуклеїновими кислотами, білками, гормонами та інш. (Бабенко В.А, 1991, Авцин А.В та співав, 1991, Оберлис Д., та співат,2008, Скальній А.В., 2009). Результати визначення форм

елементів під час проведення елементного аналізу біологічних субстратів дозволяють оцінити шляхи надходження, з'ясувати закономірності транспорту, розподілу, біотрансформації елементів у живому організмі.

Відомо, що більшу токсичність мають алкільні похідні ртуті, свинцю та олова порівняно з їх неорганічними сполуками. Ця токсичність пов'язана з їх ліпофільними властивостями, які забезпечують більші можливості для проникнення у організм. Ліпофільні форми металів також легше проникні через гематоенцефалічний бар'єр та добре накопичуються у багатій ліпідами нервовій тканині. У свою чергу токсичність іонів металів залежить від ступеня окиснення. Наприклад, шестивалентний хром чинить канцерогену дію, в той час як трьохвалентний бере участь у метаболізмі вуглеводів та ліпідів, є визначальним у формуванні фактору толерантності до глюкози та розвитком цукрового діабету на генетичному рівні.

Важкі метали, як ксенобіотики більшість з яких, що надходять до організму, насамперед підлягають різноманітним перетворенням, так званій біотрансформації. Екзогенні ксенобіотики, як правило, трансформуються в менш активні та більш інертні метаболіти. Поліморфізм деяких генів тісно пов'язаний із метаболізмом токсичних металів в організмі. Прикладом таких генів є ген, що кодує дегідратазу амінолевулінової кислоти (ALAD). Поліморфізм гена ALAD асоціюють із накопиченням та поширенням свинцю в крові, кістках та внутрішніх органах людей та тварин. Найважливішим механізмом токсичної дії свинцю є його вплив на ферменти, що беруть участь у біосинтезі гему, зокрема пригнічення ALAD та ферохелатази. До генів детоксикації належать суперсімейство глутатіонтрансфераз — GSTM. Детоксикація за допомогою глутатіону відіграє ключову роль у забезпеченні резистентності клітин до перекисного окиснення ліпідів, вільних радикалів, алкілуванні білків та в попередженні «поломок» ДНК. Крім того, GSTM належить важлива роль внутрішньоклітинних переносників білірубінів, гормонів, а також у біосинтезі деяких фізіологічно активних речовин, як наприклад - простагландинів.

Гени, які кодують ферменти, що беруть участь у фазах I та II детоксикації, належать до «генів зовнішнього середовища» (алкогольдегідрогеназа) та генів-тригерів (GSTM1, NAT2, ALAD). Прикладом гена рецепторів є ген рецептора вітаміну D (VDR). Ген VDR задіяний у регулюванні рівня кальцитріолу в сироватці крові, який у нормі контролює абсорбцію кальцію та впливає на рівень свинцю. Відомі варіанти поліморфізму гена рецептора вітаміну D обумовлені довжиною рестрикційного фрагменту, отриманого в результаті розрізання ланцюга ДНК 3 різними рестриктазами — Taq I, Fok I та найбільш вивченою — Bsm I. Такий поліморфізм корелює з мінеральною щільністю кісткової тканини та рівнем циркулюючого остеокальцину.

В останні роки, особливу увагу дослідників, привертає можливість використання нанотехнологій в різних сферах медицини. У зв'язку з цим, постає питання про необхідність з'ясування біокінетики металів у живому

організмі, механізмів взаємодії наночастинок (НЧ) металів з білковими молекулами.

У висновку необхідно відзначити, що велика кількість досягнень у біотехнологіях і біомедицині стосуються нанорівня. Сучасний розвиток наномедичних та біологічних іновацій, створюють нові підходи для виявлення та лікування захворювань, цільової доставки лікарських засобів, відновлення чи заміщення частин тіла за допомогою великого різноманіття наноматеріалів, а новостворені сенсори та комп'ютери поліпшують обізнаність кожної людини про стан здоров'я, умови навколишнього середовища, зокрема потенційні зовнішні загрози, хімічні забруднення.

КОНВЕРГЕНТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СПИНАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ

*Д.Р.Дуплий. Институт патологии позвоночника и суставов им.Ситенко,
г.Харьков, Украина*

Коннектом. Как мозг делает нас тем,
что мы есть
Себастьян Сеунг

Внедрение информационных, когнитивных и нано-технологий в здравоохранении выводит качество обслуживания на новый уровень, позволяет оптимизировать процесс лечения и помогать пациентам, которые несколько десятилетий назад казались неизлечимыми. Компьютерные технологии традиционно используют для создания баз данных, оптимизации документооборота, что структурирует информацию о пациентах и снижает издержки медицинского учреждения. Так же надежно вошли в практику онлайн консилиумы специалистов, междисциплинарные вебинары, и консультации врача с пациентом с помощью коммуникативных приложений. Проникновение NBIC-технологий не ограничивается информационной сферой, но наблюдается в материально-практических областях, как например хирургия. Заболевания позвоночника возникают вследствие деформаций его отделов, смещений позвонков относительно друг друга, воспаления, травм, дегенеративных изменений позвоночно-двигательных сегментов.

Такие заболевания проявляются болями, ограничением объема движений, нарушением акта ходьбы и, в конечном счете, снижают качество жизни. Хирургическое лечение позвоночника заключается в коррекции деформаций, восстановлении и фиксации позвоночно-двигательных сегментов и является самым радикальным и эффективным подходом. Технологии хирургического лечения заболеваний позвоночника стремительно развиваются и основным конвергирующим субъектом является врач, решающий клиническую задачу. Оперативное вмешательство на позвоночнике состоит из тщательно продуманного плана действий, использования высокотехнологичного оборудования, квалифицированных специалистов и требует затрат времени до 9-12 часов. Положительный результат такого вмешательства возможен благодаря командной работе медперсонала (в операции может участвовать до 12-15 человек) и сочетанию различных технологий. Нанотехнологии например, реализованы в металлических биологически интактных конструкциях с помощью которых фиксируют позвоночно-двигательные сегменты; в полимерных материалах - пластиковых системах внутривенного введения, эндотрахеальных трубках, различных катетерах. Фармакологические технологии реализованы в лекарственных препаратах сопровождающих пре- интра- и постоперационный периоды. Электронные технологии реализованы в

аппаратах искусственного дыхания, автоматических дозаторах средств наркоза, лазерных ножах, коагуляторах, системе интраоперационной визуализации – электронно-оптическом преобразователе, системе нейрофизиологического мониторинга.

Интраоперационный нейромониторинг предназначен для непрерывного отслеживания функции нервных структур в области которых проводится вмешательство. Так, например, при операциях на позвоночнике имеется риск повреждения спинного мозга и спинномозговых нервов, и самым нежелательным осложнением является потеря движений в нижних конечностях.

В нашем институте с 2013 года проведено 172 оперативных вмешательства с нейрофизиологическим пособием фирмы Медтроник. Методика заключается в стимуляции двигательной коры головного мозга и регистрации вызванных моторных ответов на мышцах, иннервируемых нервами, происходящими из зоны вмешательства.

Этот относительно новый метод показал достаточную информативность как в своевременной диагностике повреждений спинного мозга, так и в восстановлении его функции. Тем не менее, путь от точки стимуляции до точки регистрации остается «темным ящиком». Этот путь включает кору головного мозга, ствол, проводящие пути спинного мозга, спинномозговые и периферические нервы. Порядок связей (или, как говорят математики, отношений) любых объектов, в данном случае нейронов, определяет взаимодействие между ними, и таким же образом зависит от характера и количества этих взаимодействий. Зачастую неврологические осложнения связаны с тем, что характер и количество нейронных взаимодействий у конкретного пациента в конкретном локусе нервной системы остается неизвестным. Перспективными представляются исследования в области аксонального трассирования и анализа нейронных связей. Целью является построение полной карты связей от нейрона к нейрону с синаптическими связями, то есть коннектома человека. Простая модель коннектома может содержать основные детали, имеющие определяющее значение, более точная — проявляющиеся детали, которые также могут иметь большое значение, но не видны на первый взгляд. Коннектом позволит представить картину заболевания или травмы нервной системы в виде соединенных между собой источников действия – нейронов, синапсов, несмотря на то, что количество таких связей может быть чрезвычайно велико. Это придаст качественно новое направление медицине и может перенести технобиоэволюцию на новую ступень.

БІОЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ ЕНДОТЕЛІОПРОТЕКТОРІВ

Нагорна О.О., Беленічев І. Ф., Горчакова Н. О., Чекман І. С.

*Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця
Державний Запорізький медичний університет*

NBIC – технології широко впроваджують в Україні, для створення життєво необхідних лікарських засобів. Однією з груп препаратів, виробництво яких може бути обґрунтовано завдяки чим методичним підходам – є ендотеліопротектори прямої дії - лікарські засоби, які можуть впливати на патобіохімічні мішені серцево-судинних захворювань. Аналіз інформаційного поля сучасних серцево-судинних засобів показав відсутність ендотеліопротекторів прямої дії не тільки в нашій країні, але і за кордоном. Затверджені методичні рекомендації щодо застосування інформаційних технологій при створенні ендотеліопротекторів.

Аналізуючи інформаційні та біологічні технології була звернута увага, на те, що позитивний вплив на ендотелій судин можуть мати похідні триазолу, серед яких при проведенні скринінгу за антиоксидантною та протиішемічною дією був виділений похідний триазолу- тіотриазолін та його сполучення з лізином, яким була властива нейропротекторна, протиішемічна, цитопротекторна та ноотропна дії. Нова ендотеліопротекторна сполука отримала назву «ангіолін» та за «Методичними рекомендаціями ДЕЦ МОЗ України» була досліджена її гостра та хронічна токсичність, механізми протиішемічної, кардіопротекторної, ендотеліопротекторної дій, головні аспекти фармакокінетики розчину та таблеток ангіоліну.

Застосовуючи когнітивні технології проведенні біохімічні дослідження ангіоліну при гострій ішемії міокарда, хронічній серцевій недостатності в порівняльному аспекті з ендотеліопротектором непрямої дії мілдронатом. Результати експериментів доказали переваги ендотеліопротектора прямої дії ангіоліну порівняно з мілдронатом у відношенні до маркерів енергетичного обміну, прооксидантно – антиоксидантного гомеостазу, показників метаболізму і транспорту оксиду азоту та тіол-дисульфідної системи. З позицій біотехнологій проведені дослідження щодо впливу ангіоліну та його сполучень з ендотеліопротекторами непрямої дії, а саме інгібітором АПФ-квінаприлом та блокатором рецепторів ангіотензину II-ірбесартаном, що доказали перевагу ангіоліну.

Застосування біо, когніто- та інформаційних технологій дозволило не тільки ствердити ефективність ангіоліну в експерименті при патологічних станах серцево-судинної системи, але також визначити параметри фармакокінетики, довести доцільність створення на основі похідних 1,2,4 – триазолу оригінального препарату з кардіо- та ендотеліопротекторною дією для нормалізації функціонування серцево-судинної системи при різних

патологічних станах. Розроблена технологічна документація щодо створення таблетованої та ін'єкційної форм ангіоліну, завершена I фаза клінічних досліджень, проводяться роботи щодо отримання дозволу на II фазу клінічних досліджень.

ПРОБЛЕМИ НАНОБЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СУЧАСНИХ РЕСТАВРАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ В СТОМАТОЛОГІЇ

Копач К. Д.¹, Демецька О. В.²

¹ ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І. Кундієва НАМН України»
Київ, Україна

² Київський міжнародний університет, Київ, Україна

За останні два десятиріччя ми спостерігали майже експоненціальне зростання кількості наукових публікацій з нанотоксикології. Так, якщо до 2000 р. темі «Наноматеріали: вплив на навколишнє середовище та здоров'я» було присвячено лише кілька сотень документів, то за період з 2001 р. по 2014 р. їхня кількість перевищила 10 000. Однак більшість з цих досліджень не пропонують чітких заяв щодо безпеки наноматеріалів (Krug H.F, 2014). Натомість, наголошується на продовженні поглибленого вивчення впливу на організм людини наночастинок (1-100 нм) і наноматеріалів з метою запобігання потенційної шкоди для здоров'я (дослідження фізико-хімічних властивостей та особливостей біологічної дії; розробка та впровадження правил щодо поводження та утилізації тощо). У свою чергу, це обумовлює необхідність визначення токсичних властивостей наночастинок і наноматеріалів, дослідження елімінації з організму та біодеградації, створення експериментальних моделей для ідентифікації шкідливих впливів, пов'язаних із наночастинками різних речовин, оцінку експозиції частинками нанодіапазону на робочих місцях. Крім того, пріоритетними залишаються такі питання нанобезпеки як прогнозування та аналіз потенційних ризиків для працюючих контингентів, населення та навколишнього середовища з подальшим керуванням ними, зменшення негативних впливів, а також регламентація та стандартизація наноматеріалів.

Сьогодні відомо, що емісією наночастинок в повітря робочої зони можуть супроводжуватися як технологічні процеси, кінцевим продуктом яких є власне наноматеріали, так і традиційні процеси, які не є нанотехнологічними (електрозварювання, переробка рослинної сировини та ін.). Протягом останніх років нанотехнології запропонували нові та цікаві програми в галузі стоматології. Наночастки можуть бути самостійним компонентом реставраційних матеріалів або виділятися в навколишнє середовище в якості побічного продукту в результаті процесів подрібнення великих часток наповнювача багатьох стоматологічних матеріалів. Зокрема, у стоматологічній практиці наночастинки виділяються в навколишнє середовище головним чином шляхом шліфування / полірування та видалення матеріалів, зношування або видалення реставрацій або зубних імплантатів незалежно від того, чи містять вони наночастинки початково, чи ні (Schmalz G., Nickel R., van Landuyt KL et al. 2017).

У свою чергу, наявність наночастинок на поверхні імплантату може впливати як на топографію, так і на хімію поверхні, що призводить до різних видатних характеристик імплантату (Yazdani J., Ahmadian E., Sharifi S. et al.,

2018). Нове покоління біологічно активних наноструктурованих полімерів для терапевтичних реставрацій включає протейн-репелентні та протикаріозні полімерні композити; білково-репелентні клеї з антибактеріальними наночастинками срібла; біоактивні цементы для пригнічення пошкоджень зубів; ремінералізуючі покриття, що містять наночастинки фосфату кальцію; терапевтичні реставрації для пригнічення пародонтальних патогенів та ін.

В даний час відомо, що створення наноплівки на поверхні зуба, інструменту або об'єкту, який імплантується, є перспективним напрямком впровадження нанотехнологій в стоматології. Зокрема, покриття зі фторованого гідроксиапатиту у вигляді нанострижнів близько 10 нм в поперечному перерізі та 50-100 нм у довжину можуть використовуватися для реконструкції емалі. Також перспективним напрямком використання наноматеріалів в стоматологічній практиці є застосування біоактивних іонів на поверхні дентальних імплантів, здатних стимулювати остеогенез.

Серед біоактивних покриттів найчастіше використовують трикальційфосфат, тетракальційфосфат і гідроксиапатит $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, розмір кристалів якого варіює в межах 5-40 нм. Наногідроксиапатити мають наноструктуровану поверхню із більш високою площею поверхні, а також більш високу реакційну здатність, що дозволяє їм зв'язуватися із кісткою, створюючи біоміметичні покриття на імплантатах. У той же час встановлено, що біоактивні іони гідроксиапатиту можуть підвищувати адсорбцію та індукувати конформаційні зміни таких білків як фібронектин (один з ключових білків міжклітинного матриксу), що в свою чергу, може спричинити каскад комплементу та викликати запальні реакції (Wu F., 2015). Тому доцільним є проведення додаткових досліджень поверхні біоматеріалу після імплантації на інтерфейсі клітинного субстрату.

Також слід відмітити, що хімічно функціональні багат шарові вуглецеві нанотрубки є відмінним матеріалом, який можна використовувати в якості каркасу для регенерації кістки, оскільки вони не впливають на життєздатність клітин і виявляють підвищену адгезію остеобластів (Gutiérrez-Hernández J.M., Escobar-García D.M., Escalante A. et al., 2017). З іншого боку, було продемонстровано, що нанотрубки можуть проникати через клітинну мембрану, накопичуватися в цитоплазмі та ядрі, викликати пошкодження ДНК та спричинити загибель клітин (Zhu L., Chang D.W., Dai L., 2007). Незважаючи на те, що в нещодавніх експериментальних дослідженнях було отримано обнадійливі результати (цитотоксичність нанотрубок незначна і може бути знівлена повністю за допомогою достатньо простих хімічних маніпуляцій), при роботі з матеріалами, що містять вуглецеві нанотрубки, слід дотримуватися певної наносторожкості (Francis A.P., Devasena T., Ganapathy S. et al., 2018).

В цілому, широке впровадження в практику нових біологічно активних наноматеріалів є орієнтованим на забезпечення терапевтичних ефектів і більшу довговічність стоматологічних реставрацій (Zhang N., Zhang K., Xie X., 2018). Разом із тим, їх використання може супроводжуватися емісією нанорозмірних фракцій, що представляють потенційну небезпеку як для лікарів, так і для пацієнтів.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТА КОГНОТЕХНОЛОГІЇ – ОСНОВА СУЧАСНИХ ЛЕКЦІЙ

Зайченко Г.В., Горчакова Н. О., Дяченко В. Ю.

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, Київ, Україна

Підвищення мотивації майбутнього лікаря, пошук методів забезпечення постійного зворотного зв'язку між викладачем та студентом можуть бути забезпечені при оволодінні інноваційними педагогічними технологіями. Період удосконалення учбового процесу для студентів-медиків відбувається в умовах інформаційного суспільства і тому цьому процесу сприяють інформаційно-комунікаційні технології, які підвищують інтелектуальний і професійний рівень викладання, надають активність особистому та морально-етичному зростанні студентів. Інформаційні технології є особливою, багатофункціональною формою викладання, що пов'язана з розвитком мультимедійних технологій, дозволяючи створити сучасні таблиці, малюнки, схеми, організацією комп'ютерних класів, інтерактивних дошок, застосуванням нових технічних приладів (Інтернету, планшетів, смартфонів). Все це підвищує емоційний стан студентів, надає впевненості в свої сили, полегшує засвоювання матеріалу.

З перших лекцій з фармакології наголошується на обов'язкових властивостях лікарських засобів – ефективності, безпечності, доступності. Тому студентів з самого початку вивчення фармакології орієнтують на тому, що фармаконагляд (виявлення, збирання, оцінка, вивчення та запобігання виникненню побічних реакцій) є невід'ємною частиною в галузі охорони здоров'я.

Інформаційні технології – один з перших кроків, що готує студентів до етапів практичних навичок в терапевтичному, хірургічному, педіатричному, реанімаційному відділеннях. Мотиваційно-стимулювальна діяльність лектора – це не тільки надання нових відомостей з дисципліни, але і сприяння формуванню нової генерації медиків-професіоналів, основою клінічного мислення і практичних навичок. Постійне прагнення лекторів з фармакології до поліпшення засвоєння студентами сучасної та необхідної інформації забезпечують мотивацію навчання, конкурентну спроможність навчального процесу, розширює інформаційне поле, сприяє розвитку нахилів і здібностей.

Сучасні лектори звертають увагу також на розвиток когнітивних технологій, які взаємозв'язані з професійною компетентністю та вірним застосуванням української мови в термінології лекції. Саме завдяки вільному володінню мовою лектор знайомить студентів з головною ідеєю лекції, її планом, сприяє формуванню не тільки компетентності лікаря, але і створенню комунікативної та інтерактивної форма спілкування. Серед найбільш важливих когнітивних технологій лектора-фармаколога слід зазначити його вміння встановлювати зв'язок з аудиторією, керувати їх емоційним станом, прогнозувати та оцінювати під час лекції ефективність

професійної і особистої діяльності. Застосування когнітивних технологій передбачає максимально повне засвоєння предмету завдяки обов'язковим блокам інтерактивних особисто-орієнтованих завдань, що надаються під час лекції, та контролю за кожним фрагментом. Майстерність лектора, використання інформаційних та когнотехнологій має значення при підготовці висококваліфікованих спеціалістів, тому що сприяє кращому опануванню предметом, створенню у студентів творчого підходу до навчання і професійному розвитку як викладачів, так і студентів.

БІОЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНШИХ ІНТЕРАКТИВНИХ ПІДХОДІВ У ФАРМАКОЛОГІЇ

Горчакова Н.О., Дяченко В.Ю.

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, Україна

Інтерактивні методи навчання майбутніх медиків вміщують сучасні технології, а саме нано-, біо-, інфо- та когнотехнології. При викладанні кожної теми в історичному плані перераховуються біотехнології, завдяки яким встановили механізм дії та фармакодинаміку препаратів. В зв'язку з розвитком резистентності мікроорганізмів до антибіотиків та інших хіміотерапевтичних засобів, стали впроваджувати нанопрепарати солей важких металів, їх наноконструкції, нанокон'югати з сорбентами, антибіотиками, іншими біологічно активними речовинами. Досягти нових успіхів в педагогіці фармакології було б неможливо без розвитку інформаційних технологій, створення нових підручників, що містять аспекти фармакології, хімії, інших наук. Інформаційні технології, запропоновані кафедрою, висвітлені в нових методичних рекомендаціях, де лікарські засоби описані з точки зору нової анатомо-терапевтичної-хімічної класифікації. Викладачі кафедри застосовують комплекс дидактичного впливу на студентів із впровадженням когнотехнологій, які дозволяють підкреслити неповторну фармакологічну властивість кожного засобу і відкривають шляхи подальших досліджень в галузі. Аспекти нових технологій є основою запропонованих студентам завдань для самостійної роботи, що наближають викладання до європейського освітнього простору. Логічному мисленню і самостійності при виконанні завдань сприяють встановлені інтерактивні дошки, на яких студент творчо будує відповідь, включаючи не тільки фармакологічні, але й інші властивості препарату. Завдяки обізнаності з інформаційним полем студенти отримують індивідуальні завдання нового зразку. Паралельно зі збільшенням обсягу і форм інтерактивного навчання кожен рік впроваджуються нові міжнародні стандарти за вимогами доказової медицини при встановленні міждисциплінарних зв'язків.

Таким чином, комплексна нових технологій, їх впровадження у педагогічний процес при вивченні фармакології з винаходом нових інтерактивних технологій буде сприяти розвитку сучасних напрямків у викладанні предмету.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Андрусишина І.М. 23
Беленічев І.Ф. 28
Гардашук Т.В. 18
Горчакова Н.О. 28, 32, 34
Демецька О.В. 30
Дмитруха Н.М. 21
Дуплий Д.Р. 26
Дяченко В.Ю. 32, 34
Зайченко Г.В. 32
Калугіна С.М. 19
Копач К.Д. 30
Купновицька І.Г. 19
Мельнов С.Б. 16
Мишаткина Т.В. 4
Нагорна О.О. 28
Павлюк Т.В. 11
Прокопенко Н.А. 9
Смалько П.Я. 11
Трахтенберг І.М. 21
Чащин М.О. 11
Чекман І.С. 28
Чешко В.Ф. 7
Яскевич Я.С. 13