Седьмая Конференция государств - участников Конвенции о запрещении разработки, производства и накопления запасов бактериологического (биологического) и токсинного оружия и об их уничтожении по рассмотрению действия Конвенции

10 October 2011
Russian
Original: English

Женева, 5–22 декабря 2011 года
Пункт 10 предварительной повестки дня
Рассмотрение действия Конвенции, как предусмотрено в ее статье XII

Новые научные и технологические достижения, имеющие отношение к Конвенции

Справочно-информационный документ, представленный Группой имплементационной поддержки

Резюме

Подготовительный комитет решил просить Группу имплементационной поддержки (ГИП) подготовить справочно-информационный документ о новых научных и технологических достижениях, имеющих отношение к Конвенции, подлежащий компиляции на основе информации, представленной государствами-участниками, а также информации, предоставленной соответствующими международными организациями (см. BWC/CONF.VII/PC/2, пункт 24). ГИП должным образом подготовила настоящий документ, который включает обзор достижений, подготовленный ГИП на основе представлений от государств-участников и из других источников, и обзор достижений, подготовленный МАГ – Глобальной сетью академий наук. По техническим причинам приложение, содержащее индивидуальные представления государств-участников, будет издано отдельно в качестве добавления к настоящему документу (BWC/CONF.VII/INF.3/Add.1).

I. Обзор научных и технологических достижений

Подготовлено Группой имплементационной поддержки

1. В контексте усилий по подготовке к совещаниям по линии Конвенции о биологическом оружии и в процессе взаимодействия с другими организациями Группа имплементационной поддержки выявила ряд аспектов в сфере науки и технологии, в которых имели место либо определенные достижения, либо существенные сдвиги за период с последнего всеобъемлющего обзора. Полное освещение всех выявленных изменений можно найти в более объемном доку-

Просьба отправить на вторичную переработку

менте на веб-сайте Группы[1]. Ниже приводится резюме этого документа и индивидуальных представлений о достижениях в сфере науки и технологии, которые были получены от государств-участников (см. приложение, издано отдельно как BWC/CONF.VII/INF.3/Add.1, только на английском языке).

A. Общие тенденции

1. Конвергенция

2. В последние пять лет наблюдается все большая конвергенция различных научных дисциплин. Современные исследования в сфере наук о жизни приобретают все более междисциплинарный характер. Во многих случаях нет смысла рассматривать отдельные области исследования, а требуется составлять многопрофильные группы в составе представителей целого ряда дисциплин. Усилия в направлении повышения осведомленности о Конвенции и закрепленных в ней нормах, а также усилия, нацеленные на интеграцию соображений безопасности в систему оптимальной практики и повседневные практические методы современной биологии, должны сегодня охватывать не только микробиологов, но и многие другие группы ученых, технологов, менеджеров и работников вспомогательного звена. С последней обзорной Конференции отмечается явная конвергенция биологии с математикой, инженерией, химией, квантовой механикой (в фотосинтезе, в сворачивании белка и в объяснении свойств ДНК), вычислительной техникой и теорией информации.

2. Углубление знаний в системе наук о жизни

3. За период с последней обзорной Конференции достигнут прогресс в изучении генетического разнообразия человека, идентификации новых патогенов, понимании особенностей горизонтального переноса генов, уяснении симбиотических отношений между микробами и животными, а также в пересмотре центрального постулата молекулярной биологии.

3. Тенденции в области биотехнологии

4. В последние годы мировая биотехнологическая отрасль претерпевает на себе влияние глобальной экономической ситуации. Есть признаки того, что она начинает восстанавливаться. Если в развитых странах по-прежнему отмечаются случаи распродажи биотехнологических компаний, то в развивающихся странах появляется немало новых компаний биотехнологического профиля. Наибольший интерес привлекает биотопливо и – все чаще – производство биоматериала. Биотехнологические исследования и разработки, по всей видимости, концентрируются в основном на протеомике и системах малых РНК, причем в последнее время отмечается стремительный рост активности в эпигеномике и системной биологии. Биотехнологическая отрасль по-прежнему имеет доступ к технологиям двойного назначения, например, для лиофилизации биологических агентов и соединений.

4. Глобальное распределение потенциала

5. Имеющийся потенциал в секторе наук о жизни продолжает расти по всему миру. Страны с формирующейся экономикой, такие как Китай и Индия, стали серьезными участниками глобальных исследований и разработок. Другие

[1] http://www.unog.ch/bwc/science

развивающиеся страны, особенно в Азии, делают крупные инвестиции в потенциал наук о жизни и начинают пожинать соответствующие плоды. Имеются позитивные признаки усиления потенциала в Африке, хотя она по-прежнему отстает от многих других районов мира.

5. Открытость науки

6. Достижения в области информационных технологий оказали влияние на характер обмена информацией. Новые инструменты, такие как вики-сайты, блоги и микроблоги, изменили порядок сбора, обработки и распространения информации, а также доступа к ней. Имеются свидетельства того, что доступными становятся первичные исследовательские данные, лабораторные записи и ранее не публиковавшаяся научная информация. Все больший объем и более широкий спектр научной информации может быть доступен также в онлайновом режиме. Более доступной становится не только информация. Повышение доступности компьютеров открывает широкие практические возможности в сфере наук о жизни для любительских целей, распространения научных знаний и игрового обучения.

6. Средства массовой информации, восприятия и общество

7. Исследование, опубликованное в последние годы, подтвердило ту важную роль, которую играют средства массовой информации в формировании общественного восприятия заболеваний. Имеются также интересные аналитические наработки о том, как информация из государственных источников влияет на характер реагирования населения на чрезвычайные ситуации в сфере здравоохранения. Кроме того, имеются позитивные примеры успешного распространения научной информации среди широкой общественности.

B. Достижения с возможными негативными последствиями

1. Конкретные исследования и проекты, представляющие интерес

8. Примеры экспериментов, которые могли бы представлять интерес для государств-участников, включают: усилия по повышению вирулентности вирусов гриппа путем рекомбинации современного вируса со штаммом, ответственным за пандемию 1918 года; усилия по повышению вирулентности вирусов гриппа путем рекомбинации двух современных вирусов; усилия по повышению вирулентности вирусов гриппа путем рекомбинации различных современных вирусов; усилия по повышению трансмиссивности вирусов гриппа путем рекомбинации штаммов H1N1 и H5N1; разработки компьютерных программ, позволяющих моделировать распространение болезни, которые могли бы также помочь оптимизировать результативность преднамеренного высвобождения; создание химерных вирусов из компонентов вируса гриппа и вируса лихорадки Западного Нила; а также идентификация и определение характеристик устойчивости к новым антибиотикам, ранее предназначавшимся для штаммов с множественной лекарственной устойчивостью.

2. Достижения с потенциалом оружейного применения

Углубление знаний в вопросах токсичности, трансмиссивности, инфективности, вирулентности и патогенности

9. В последние несколько лет отмечается появление больших объемов данных, связанных с заболеваниями и интоксикацией. Для их выработки созданы

специальные исследовательские программы. Наряду с этим предпринимаются усилия для централизации доступа к такого рода информации. Исследования, опубликованные за последние пять лет, позволили нам добиться более четкого понимания следующих аспектов: действие токсинов, включая описание характеристик новых токсинов; перенос агентов, например разработка новых подходов к моделированию, которые позволяют составлять более точные модели переноса; вирулентность, например определение роли кворум-сенсинга в экспрессии факторов вирулентности; а также патогенность, например использование методов секвенирования для идентификации соответствующих белков.

Усиление свойств боевого биологического агента

10. Имеются достижения на следующих направлениях: повышение действенности агентов, например искусственное создание систем на базе РНК, позволяющих определять различные состояния клеток и убивать запрограммированные типы; изменение круга хозяев, например определение того, что прионы способны преодолевать межвидовой барьер; доставка биологических агентов, например разработка эффективных систем для пероральной доставки; преодоление механизмов иммунной системы хозяина, например уяснение того, как вирус гриппа использует гликопротеины для преодоления механизмов иммунной системы человека; установление роли факторов, присущих хозяину, в картине инфекции, например выявление механизмов, которые определяют, будет инфекция давать симптомы или нет; избежание обнаружения, например за счет механизмов самоуничтожения, задействуемых после того, как агент выполнил свою задачу; выявление механизмов, которые придают устойчивость к лечению, например определение того, как ВИЧ выдерживает лечение антиретровирусными препаратами; а также обеспечение устойчивости к воздействию факторов окружающей среды, например разработка методов использования кремнеземной оболочки для живых микроорганизмов. Отмечается также значительный рост масштабов внедрения аэрозольных технологий в промышленности.

Производство боевых биологических агентов

11. Достигнуты крупные подвижки в возможностях производства сложных биологически активных соединений, в том числе за счет использования бактериальных шасси, разработки синтетических рибосом и достижений в области биофарминга.

Обход существующих механизмов контроля

12. Имеются свидетельства расширения доступа к лабораторному и производственному оборудованию, будь то одноразовое оборудование, такое как ферментеры и биореакторы; базовое лабораторное оборудование, такое как мешалки; или более сложное оборудование, такое как общедоступные модели аппаратов для ПЦР-анализа. Это может составлять проблему для режимов экспортного контроля. Тенденции к работе над отдельными фрагментами, системами или информацией в условиях минимальной изоляции по патогенам, которые обычно требуют поддержания высокого уровня изоляции или использования заменителей, могут ставить под вопрос гарантии безопасности, которые ранее обеспечивались положениями по биобезопасности. Достижения в сфере технологии синтеза могут ставить под вопрос ограничения доступа к определенным агентам, обеспечиваемые положениями по биобезопасности. Применение стандартов скрининга в отношении коммерческого синтеза позволило решить значительную часть проблем, но вместе с тем сохраняются нерешенные проблемы вокруг внутренней технологии синтеза, что требует охвата компаний,

в настоящее время остающихся за рамками существующих механизмов, а также вокруг обмена информацией между компаниями.

Нейробиология

13. Имеются материалы Национальной академии наук США[2] и Королевского общества[3], в которых указаны возможные последствиях развития нейробиологии в плане безопасности. За период с последней обзорной Конференции имели место достижения в уяснении роли нейрорегуляторов, отыскании способов оказания влияния на психологическое состояние и изменения уровня физической работоспособности, а также в установлении связи нейробиологии с заболеваниями.

C. Достижения с возможными благотворными последствиями

1. Обнаружение

14. Способность обнаружить факт заболевания, определить группу агентов-возбудителей и приступить к диагностике до развития симптомов позволяет ускорить организацию комплекса мер реагирования. Это может уменьшить воздействие болезни и, возможно, снизить желательность скорейшего объявления вспышки. Последние научно-технологические достижения открыли ряд новых возможностей в этой области, в том числе: наличие различных подходов; исследования по развитию интегрированных систем раннего оповещения и реагирования; использование спутниковых данных; идентификация доклинических признаков болезни; использование генетически модифицированных бактерий, которые реагируют свечением на присутствие стрессогенных биологических агентов; использование визуальных датчиков для прослеживания патогенных микроорганизмов и токсинов; а также повышение возможностей обнаружения агентов в окружающей среде.

2. Диагностика

15. Имеется ряд новых достижений в производстве недорогого портативного оборудования для диагностики заболеваний. Некоторые приборы могут обеспечить возможность для создания элементарного диагностического потенциала в отдельных районах мира, где такой потенциал сегодня отсутствует. Они также открывают интересные возможности для обеспечения наличия некоторых средств и методов диагностики на уровне лечебных центров – или по крайней мере не в национальном, а в региональном контексте. Достигнуты успехи и в расширении возможностей оперативной диагностики, которые также позволят повысить оперативность, эффективность и целенаправленность мер реагирования, в том числе за счет использования новых подходов к дифференциации бактериальных и вирусных инфекций; определения генотипа патогенов и идентификации явлений, вызванных рекомбинированными организмами; идентификации отдельных частиц патогенов или токсинов; диагностики воздействия грибковых патогенов в режиме реального времени; более широкого использования масс-спектрометрии; внедрения более совершенных микроскопов; а также использования возможностей секвенирования качестве одного из инструментов в системе общественного здравоохранения. Имеются также достижения в области развития более быстрых методов анализа на присутствие токсинов.

[2] http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12177

[3] http://royalsociety.org/policy/projects/brain-waves/society-policy/

3. Предупреждение и профилактика

16. Достигнут прогресс в создании широкого спектра вакцин, а также в определении новых подходов к их разработке. Разрабатывается также ряд новаторских механизмов предупреждения заболеваний. Имеется прогресс и в отыскании путей усиления наших естественных иммунных систем. Исследователи сообщают также о совершенствовании методов доставки профилактических средств.

4. Лечение

17. Приоритетной задачей для борьбы с болезнями остается разработка новых антибиотических возможностей. За последние несколько лет созданы новые классы антибиотиков; достигнут прогресс в определении их характеристик; достигнуты успехи в повышении их эффективности; идентифицированы новые мишени; достигнуты успехи в понимании того, как бактерии преодолевают действие антибиотиков; а также созданы более эффективные средства обнаружения. К числу достижений в противовирусной терапии относятся: разработка общего противовирусного средства; открытие новых лекарственных средств; улучшение понимания того, как действуют вирусы; открытие противовирусного вируса, вируцидных белков, белков, препятствующих адгезии вирусов к клеткам-хозяевам, белков, препятствующих репликации вирусов, а также высокоспецифичных связывающих реагентов, которые демонстрируют противовирусные свойства. В ходе работ в области биоразведки продолжают выявляться потенциальные терапевтические соединения. Достигнуты также успехи в борьбе с токсинами в том числе посредством генетического манипулирования с механизмами хозяина, использования наночастиц для улавливания токсинов, а также применения подходов, основанных на использовании антител, для их вымывания из организма.

5. Потенциал реагирования

18. Имеются достижения в определении того, что заболевание обусловлено не природными, а культивированными патогенами, в разработке статистических подходов для разделения смешанных наборов данных, а также в развитии потенциала судебно-микробиологической экспертизы, причем все это будет оказывать содействие в выявлении факта атаки и возможной ответственной стороны. Исследования также показали важность эффективных карантинных мер для ограничения воздействия. Достижения в развитии технологий деконтаминации, такие как создание антибактериальных пеносорбентов и использование наночастиц, могли бы облегчить задачу очистки после атаки.

D. Вспомогательные достижения и технологии

1. Определение характеристик биологических систем и сетей

19. В последние годы достигнут значительный прогресс в широком спектре различных "омик", таких как геномика (изучение всей генетической информации в организме), транскриптомика (изучение всех РНК в организме), протеомика (изучение всех белков в организме), метаболомика (изучение всех биохимических, или метаболических, процессов в организме), а также в уяснении связей между ними.

20. К числу достижений в области геномики относятся: широкий анализ генома; прогресс в уяснении той роли, которую играет в болезни однонуклеотид-

ный полиморфизм; прогресс в уяснении той роли, которую играет в болезни вариация числа копий генов; функциональная геномика; а также повышение уровня понимания механизмов эволюции генных регуляторных сетей.

21. К достижениям в сфере транскриптомики относятся: идентификация регуляторов; определение характеристик регуляторов; а также уяснение влияния сетевой структуры.

22. Примеры прогресса в сфере протеомики включают: лучшее уяснение того, как синтезируются белки; более четкое определение характеристик системы, которая обеспечивает раннее прерывание последовательностей, не соответствующих параметрам контроля качества; появление новых инструментов, способствующих идентификации и количественной оценке белков; повышение уровня стандартизации представляемых данных; совершенствование инструментов для определения структуры белков; повышение уровня понимания механизмов взаимодействий между белками, например, посредством картирования, регулирования, межсетевого сопоставления и изучения белковых сигнальных каскадов.

23. К числу достижений в области метаболомики относятся: исследования по изучению межвидовых различий в метаболических путях; более совершенные инструменты для наведения возмущений и изучения метаболических путей; изучение сетевых мотивов; а также исследования по изучению потоков в метаболических сетях (флаксомика).

24. Значительный прогресс достигнут также в интеграции данных из этих областей, особенно в плане создания картирующих и – в меньшей степени – моделирующих систем. Пожалуй, лучшим примером сочетания различных подходов было определение характеристик Mycoplasma pneumoniae, которое основывалось на интеграции геномной, метаболической, протеомной, структурной и цитологической информации.

2. Манипулирование биологическими системами и сетями

25. За последние пять лет имел место целый ряд подвижек, которые расширяют возможности манипулирования биологическими системами и сетями. Двумя наиболее значительными достижениями были РНК-интерференция (RNAi) и "цинко-пальчатые" нуклеазы (ZFN).

3. Инженерия биологических систем и сетей

26. Биологическая инженерия, или синтетическая биология, значительно продвинулась вперед с последней обзорной Конференции. Промышленность проявляет все большую заинтересованность в этих подходах. Имело место существенное повышение степени биологической сложности систем и сетей, которые поддаются биологической инженерии.

27. Помимо химического синтеза генома, способного управлять бактериальной клеткой ("искусственная жизнь" Крейга Вентера), к числу других важных шагов относятся: выстраивание определенного метаболического пути у дрожжей для получения прекурсора противомалярийного лекарственного средства; создание синтетической генной цепи млекопитающих, которая позволила обнаружить противотуберкулезные соединения; демонстрация сетевой биологической вычислительной системы; а также модификация палочки *E. coli* для выявления и уничтожения человеческого патогена.

28. Достигнуты успехи в преодолении выявленных технических барьеров, которые ограничивают полезность синтетической биологии, включая: определение характеристик составных частей; улучшение связи; учет степени сложности; улучшение взаимодействия; а также повышение надежности. Имели место: технические усовершенствования; улучшение "шасси"; а также разработка новых компонентов. Значительное внимание уделялось также последствиям этих достижений в плане биобезопасности и биозащищенности.

4. Сбор и обработка биологической информации

29. Большим вкладом в улучшение положения в области сбора, обработки и обеспечения полезности биологических данных были достижения в биоинформатике и вычислительной биологии, в том числе: создание новых языков; достижения в сфере поиска данных; совершенствование средств и методов моделирования и имитации, включая создание имитационных моделей целой клетки; появление онлайновых инструментов и программного обеспечения для визуализации сложной биологической информации, анализа данных, касающихся генных последовательностей, и анализа белков; а также создание инструментов для проектирования. Достижения в области биоинформатики были объединены с результатами прогресса в развитии технологий определения характеристик, высокопроизводительных подходов и робототехники для создания полностью автоматизированного исследователя. Компьютерный искусственный интеллект разрабатывает гипотезы, проверяет их в автоматизированной лаборатории и возвращает результаты в систему, на основе чего планируется новый раунд экспериментов. Использование роботов-ученых не только обещает избавить сферу фундаментальных исследований от значительной части нудной рутинной работы, но и может помочь в устранении нынешних узких мест в определении характеристик составных частей, идентификации функций и интерпретации первичных данных.

5. Преобразование биологической информации в цифровую и обратно

30. Превращение биологии в информационную науку частично обусловлено тем, что сейчас появилась возможность преобразовывать биологическую информацию в цифровую и затем обратно в биологическую. Секвенирование генов (транскрипция генетического кода) позволяет нам двигаться в одном направлении, а синтез генов (трансляция генетического кода) – в другом. Способность осуществлять транскрипцию и трансляцию генетического кода не является чем-то новым, но возможности в этих областях претерпели радикальные изменения с последней обзорной Конференции.

31. За период с последней обзорной Конференции появились секвенаторы второго и затем третьего поколения. Это привело к резкому повышению скорости первичного секвенирования. Современные аппараты способны секвенировать бактериальный геном примерно за два часа. Стоимость секвенирования также снизилась приблизительно на четыре порядка за последние пять лет. Это позволяет пытаться осуществлять новые виды проектов и собирать различные типы данных. Во времена шестой обзорной Конференции были расшифрованы лишь два генома человека. На момент составления настоящего доклада секвенировано более 13 000 человеческих геномов. Ожидается, что к концу 2011 года это число составит более 30 000. Достигнут прогресс и в способности понимать и использовать данные секвенирования.

32. Тенденции в эволюции возможностей осуществления синтеза зеркально отражают тенденции в области секвенирования. Имеются технические сдвиги в

способности выстраивать более длинные цепи генетического материала. Новые методы сборки упрощают и ускоряют процесс объединения коротких фрагментов в длинные последовательности. Стоимость коммерческого синтеза генных фрагментов также продолжает снижаться. Повышается качество синтезируемого материала. Это привело к тому, что предпринимаются попытки приступать к более сложным проектам. За период с последней обзорной Конференции синтез генетического материала перешел с уровня вирусов, бактерий и органелл клеток млекопитающих к частичному синтезу хромосомы эукариот.

6. Общие вспомогательные технологии

33. Многие из достижений, затронутых в настоящем документе, основываются на использовании ряда технологий, которые упрощают, удешевляют, ускоряют или делают более надежными многие базовые процедуры и методы, задействуемые для расширения границ нашего познания и создания новых прикладных средств. Другие достижения позволяют ученым делать такое, что раньше было недостижимым. За период с последней обзорной Конференции появился целый ряд новых вспомогательных технологий.

II. Науки о жизни и смежные области: тенденции, имеющие отношение к Конвенции о биологическом оружии

Подготовлено МАГ – Глобальной сетью академий наук

A. Введение

34. В последнее десятилетие национальные и международные научные организации все шире вовлекаются в рассмотрение вопроса о том, как надлежит реагировать на последствия достижений в сфере наук о жизни для биобезопасности, а также в проведение оценки тенденций в науке и технологии (НТ), имеющих актуальное значение для нераспространения биологического и химического оружия. Самым последним примером является международный практикум "Тенденции в области науки и технологии, имеющие отношение к Конвенции о биологическом и токсинном оружии", проведенный с 31 октября по 3 ноября 2010 года в Институте биофизики Китайской академии наук в Пекине. Этот практикум и его итоговый доклад были призваны послужить независимым вкладом международного научного сообщества в седьмую обзорную Конференцию.

35. Практикум был спланирован международным комитетом, назначенным Национальным исследовательским советом (НИС) Национальной академии наук, и проведен в сотрудничестве с МАГ – Глобальной сетью академий наук, Международным союзом биохимии и молекулярной биологии (МСБХМБ), Международным союзом микробиологических обществ (МСМБО) и Китайской академией наук.

36. Практикум дал научному сообществу возможность обсудить последствия новых научно-технологических достижений для различных аспектов КБО. Например, перед обзорными конференциями неизменно встает вопрос о том, не приводят ли научные достижения к появлению новых или ранее неизвестных типов агентов или материалов, не охватываемых статьей I, которая определяет

сферу охвата договорных запрещений как "микробиологические или другие биологические агенты или токсины, каково бы то ни было их происхождение или метод производства, таких видов и в таких количествах, которые не предназначены для профилактических, защитных или других мирных целей". В более же широком плане достижения в науке и технологии затрагивают и другие ключевые статьи Конвенции, которые определяют условия ее функционирования, такие как адекватный характер осуществления Конвенции на национальном уровне за счет национальной политики и регламентирующих систем (статья IV), возможности проведения расследований в связи с предположительным применением биологического оружия (статья VI) и развитие международного сотрудничества для обеспечения того, чтобы все государства-участники имели доступ к выгодам от использования биологии в мирных целях (статья X).

37. Большое значение для результативности этой встречи имели разнообразие воззрений и активность участников как на пленарных, так и на секционных дискуссионных заседаниях. В практикуме принимали участие почти 80 научных работников и представителей директивных органов из 28 стран и нескольких международных организаций, в том числе различные ученые и инженеры, участвовавшие в исследовательской деятельности, и технические эксперты из государственных и неправительственных организаций, многие из которых занимались практической научной работой и могли помочь в выявлении потенциальных последствий для КБО. Выступающим на заседаниях, посвященных научно-технологическим достижениям, было предложено сфокусировать внимание на "состоянии науки" в их соответствующих областях работы; в ряде случаев они также высказывали дополнительные замечания в отношении последствий и практической применимости рассматриваемых достижений для КБО. Последствия дополнительно анализировались в ходе последующих пленарных дискуссий, и особенно на секционных заседаниях. Участники практикума также обсудили пути дальнейшего отслеживания тенденций в науке и технологии для КБО и ее государств-участников, включая потенциальные механизмы для более систематизированного взаимодействия с научным сообществом.

38. Ввиду широкого разнообразия нынешних исследований и разработок доклад позволяет провести лишь общий обзор тех областей науки и технологии, которые, по мнению комитета, потенциально имеют значение для будущего КБО, хотя предпринята попытка определить и те области, которые представляются особо актуальными для дальнейшего изучения и анализа. В докладе предлагаются заключения и выводы, построенные вокруг трех основных и нередко упоминаемых тенденций в науке и технологии, которые затрагивают сферу применения и функционирование Конвенции:

a) высокие темпы изменений в сфере наук о жизни и смежных областях;

b) все большее распространение потенциала для исследований в сфере наук о жизни и соответствующих прикладных средств как на международном уровне, так и за пределами традиционных исследовательских учреждений; и

c) все более широкое вовлечение дополнительных научных и технических дисциплин небиологического профиля в исследования в сфере наук о жизни.

39. В докладе не содержится рекомендаций относительно стратегических вариантов реагирования на последствия выявленных тенденций. Выбор таких вариантов остается за 164 государствами – участниками Конвенции, которые

должны учитывать многочисленные факторы, выходящие за рамки тематики данного мероприятия, посвященного состоянию науки.

B. Темпы научных и технологических достижений

40. Неизменный прогресс наблюдается в самых разных научно-технологических областях, хотя с 2006 года комитет не выявил никаких радикальных сдвигов, которые фундаментально изменили бы характер исследований в сфере наук о жизни. Исследования в сфере наук о жизни продолжают развиваться стремительными темпами, и предполагается, что такое развитие будет продолжаться и далее в обозримом будущем. Крупные подвижки, достигнутые в одной области, могут также сочетаться с достижениями в других областях, открывая новые возможности и новые направления для практического применения. Одним из примеров является взаимодействие научных исследований в таких областях, как иммунология, нейробиология и системная биология, с достижениями в развитии технологий на таких узких направлениях, как геномика и протеомика, где проводится всеобъемлющий анализ набора биологической информации для достижения всестороннего понимания структуры, функций, взаимодействий и других свойств. Результаты позволяют ученым получить информацию для лучшего понимания биологических процессов, способствуя более полному уяснению параметров вариабельности у человека, животных и растений и ее связи с болезнями, а также выявлению и определению характеристик новых микробов и их роли в различных средах. Ученые предпринимают активные попытки интегрировать информацию разных уровней в интересах рационализации инженерных и конструктивных решений. Хотя научно-технологические достижения и повышают общий уровень понимания биологических систем, чрезвычайная сложность биологии и те проблемы, которые ставит эта сложность на пути эффективного понимания биологических систем и их проектирования, по-прежнему составляют серьезные препятствия; эта сложность, скорее всего, останется определяющей чертой биологических наук в обозримом будущем. Достижения в науке и технологии также меняют характер биологического производства, ведут к совершенствованию систем доставки и способствуют текущему развитию биосенсоров и детекторов.

41. Особо стремительным был прогресс в повышении доступности и эффективности вспомогательных технологий, которые служат опорой для исследований в сфере наук о жизни, включая вычислительные ресурсы, коммуникационные ресурсы и высокопроизводительные лабораторные технологии. Вычислительные возможности, доступные для исследователей, продолжают расти как на уровне специализированных автономных компьютеров, так и за счет разветвленных вычислительных сетей. Использование высокопроизводительных методов обработки и анализа проб приобрело широко распространенный характер, и эти инструменты повышают скорость, с которой исследователи могут решать свои задачи, а также увеличивают объем данных, которые они могут получать. В то же время, новые методы коммуникации и обмена информацией способствуют укреплению научного сотрудничества и обеспечивают поддержку для прогресса в исследовательской деятельности.

C. Распространение исследований и потенциала

42. Все более широкая доступность коммуникационных технологий и их простота в использовании в сочетании с растущей доступностью опорных ре-

сурсов для проведения исследований способствуют неуклонному распространению глобального исследовательского потенциала и неизменному росту числа каналов международного научно-технологического сотрудничества. Участники практикума отметили, что каналы международного научно-технологического сотрудничества имеют место не только среди исследователей в странах с развитым научным потенциалом и между исследователями в развитых и развивающихся странах, но и среди региональных сетей и – все чаще – среди ученых в развивающихся странах. Они также подчеркнули, что все большее число "развивающихся" стран уже имеют впечатляющий научный сектор. Характер распределения передового научно-технологического потенциала во всем мире никоим образом нельзя назвать равномерным, и исследователи в развивающихся странах по-прежнему могут сталкиваются с проблемами в получении доступа к ресурсам и знаниям, но эти тенденции, как ожидается, будут сохраняться и усиливаться.

43. Продолжающееся быстрое распространение исследовательского потенциала и знаний все более затрудняет выполнение закрепленного в статье III обязательства государств-участников ограничить доступ к знаниям, материалам и технологиям для каких-либо иных целей, кроме тех, которые разрешены Конвенцией. С учетом того, что вряд ли стоит надеяться на обращение вспять этой тенденции, и в силу наличия многочисленных оснований – не говоря уже об обязательствах по статье X – расценивать такое распространение как позитивное и благотворное, это подводит по крайней мере к двум важным заключениям. Во-первых, это говорит о важности неизменного внимания к мониторингу и оценке такого распространения, чтобы стараться прогнозировать возможные негативные последствия, а также к усилению способности государств-участников противостоять им, например, в рамках их обязательств по статье IV относительно осуществления на национальном уровне. Во-вторых, это подчеркивает возможность существенного увеличения числа государств-участников, вносящих свой вклад в осуществление Конвенции, например посредством расширения их общих возможностей в сфере общественного здравоохранения и эпидемиологического контроля или принятия на себя ведущей роли в деле наращивания потенциала в своих регионах. Иллюстрацией позитивных аспектов распространения могут служить два примера: один уже реальный – глобальный эпидемиологический контроль, а другой потенциальный – развитие научного потенциала в сфере судебно-микробиологической экспертизы.

44. Существует и другая важная форма распространения – расширение возможностей для проведения исследований в сфере наук о жизни вне традиционных исследовательских учреждений. В некоторых случаях речь идет о подготовленных исследователях, которые пользуются коммерческими комплектами и услугами, а также имеющимся подержанным оборудованием, для создания своих собственных лабораторий и проведения экспериментов. В других случаях это менее подготовленные практики, ставящие эксперименты, не имея детального понимания биологических процессов или механизмов, которое ранее требовалось в сфере наук о жизни. Примером тому могут служить инновационные подходы, предполагающие привлечение студентов к практическим исследованиям уже на начальных этапах их обучения, и расширение интереса к тому, что часто называют "любительской", "кустарной" или "импровизированной" биологией. Имеются обнадеживающие примеры внутренних и внешних инициатив, нацеленных на укрепление культуры безопасности, защищенности и этики, но это подчеркивает необходимость уяснения того, каким образом распространяются знания и ноу-хау и как формируется культура безопасности в таких неформальных форматах.

45. Вместе с тем, хотя коммерческие комплекты и услуги, а также другие достижения в сфере наук о жизни, такие как стандартизированные части ДНК, и обеспечивают эффективность и простоту использования, успешное достижение целей экспериментов в целом зависит не только от этих продуктов. Ценные знания и навыки приобретаются также с опытом, и важность наличия этих дополнительных уровней знаний возрастает с повышением сложности осуществляемых исследовательских проектов.

D. Интеграция наук о жизни с другими дисциплинами

46. Исследования в науках о жизни опираются на экспертный потенциал не только биологов, но все больше также ученых из таких областей, как механика, физика, математика, информатика, химия, материаловедение и многие другие дисциплины. Междисциплинарный и комплексный характер современных исследований в науках о жизни и разнообразие областей, имеющих актуальное значение для будущего КБО, нашли отражение в пекинском практикуме. Конвергенция различных дисциплин, особенно биологии и химии, может создавать проблемы для функционирования таких режимов, как режимы КБО и Конвенции по химическому оружию (КХО). Новые научные достижения могут изменить или расширить набор типов агентов, которые могут представлять интерес в качестве биологического или химического оружия, или же могут изменить или расширить определения молекул, которые подпадают под действие этих двух договоров. По мере развития науки конвергенция различных дисциплин, в том числе наук о жизни, химии, физики, математики, информатики и механики, будет продолжаться, и изменения, которые влечет за собой эта конвергенция, будут иметь значение для КБО. Научное сообщество могло бы вносить свой вклад в углубление понимания технических аспектов конвергенции различных научно-технических областей, с тем чтобы содействовать укреплению основ для обсуждения стратегических вопросов. Для мониторинга научных достижений, интегрирующих эти области, и оценки их последствий потребуется использовать экспертные знания из ряда различных дисциплин.

E. Стимулы и препятствия

47. Мобилизация обширного экспертного потенциала в рамках научного сообщества, академических кругов, промышленности и правительства может способствовать повышению эффективности усилий как на уровне мониторинга состояния науки и технологии, так и в плане оценки последствий соответствующих изменений для сферы охвата КБО и ее функционирования. Помимо отслеживания достижений в самых разных областях, научное сообщество может вносить вклад в более четкое уяснение как стимулов, так и препятствий, которые оказывают обширное влияние на характер развития науки и технологии. К числу примеров относятся дифференцированное распределение коммерческих рынков для продуктов исследований и стоящая ныне задача разработки математических моделей, способных успешно охватить всю сложность биологических систем. Отслеживание и анализ воздействия этих факторов также следует рассматривать в качестве областей потенциального интереса для последующего мониторинга тенденций в науке и технологии. В докладе отмечен ряд текущих примеров, а также предложено подвергнуть углубленному анализу меняющийся характер нерегистрируемых знаний, составной частью которых является нематериальная технология, поскольку доступные комплекты и другие ресурсы по-

зволяют менее квалифицированным лицам легче выполнять работу, которая некогда требовала значительной подготовки.

F. Перспектива: будущие подходы к мониторингу научных и технологических тенденций для КБО

48. Подготовка к седьмой обзорной Конференции высветила возможность организации более систематического процесса мониторинга и оценки достижений в сфере науки и технологии. Выбор конкретного типа механизма должен зависеть от того, как государства-участники определят свои цели в проведении обзора различных областей науки и технологии и желаемые результаты этого процесса. Эти решения окажут влияние как на типы предпринимаемой деятельности, так и на график ее осуществления для более эффективного достижения намеченных целей. Международные научные организации входят в число потенциальных ресурсов для получения доступа к широкому спектру экспертной квалификации, которая могла бы помочь в уяснении "состояния науки" и оценке его последствий.

Заключения

49. Комитет не выявил никаких открытий, которые фундаментально изменили бы характер исследований в сфере наук о жизни с 2006 года. Вместе с тем, научные и технологические достижения на многих направлениях позволили нам повысить уровень понимания и использования биологических систем, несмотря на их пугающую сложность.

50. Особо стремительным был прогресс в повышении эффективности и доступности вспомогательных технологий, особенно тех, которые зависят от высокой вычислительной способности. К их числу относятся высокопроизводительные лабораторные технологии, а также вычислительные и коммуникационные ресурсы. Это имеет следующие последствия:

a) в сфере наук о жизни наблюдается растущая тенденция к расширению сотрудничества между отдельными исследователями, формированию исследовательских сетей и появлению "виртуальных лабораторий";

b) расширение доступа к сложным реагентам, таким как стандартизированные "части" ДНК, и простым в использовании коммерческим комплектам и услугам сделало некоторые считавшиеся до этого передовыми технологии досягаемыми для менее подготовленных практиков и раздвинуло рамки глобального распространения исследований в сфере наук о жизни и их промышленного применения;

c) хотя передовые исследования по-прежнему в значительной мере опираются на нерегистрируемые знания, наличие интернет-технологий облегчает передачу нерегистрируемых знаний за счет создания всемирных формальных или неформальных сообществ или партнерств по обмену информацией;

d) эти технологии уменьшают барьеры на пути распространения научно-технологических знаний для ответственных, просветительских целей, тем самым создавая более благоприятные условия для международного сотрудничества в мирном использовании достижений наук о жизни;

e) в то же время, мы должны признать, что эти самые барьеры также служат препятствиями для неправомерного использования. Это та область, где был бы полезен более углубленный анализ, чтобы добиться более тонкого по-

нимания изменений и тенденций, а также их влияния на нормативную основу против биологического оружия.

51. Отмечается конвергенция многих дисциплин, включая науки о жизни, химию, физику, математику, вычислительную технику и инженерию. Эта тенденция будет развиваться и далее, и она имеет актуальное значение для КБО, как и для КХО. Необходимо лучше уяснить влияние этой конвергенции на существующую систему контроля над вооружениями, с тем чтобы составить выводы относительно того, требуется ли внести какие-либо коррективы в порядок применения существующих режимов, и если да, то какие именно.

52. Впечатляющие успехи достигнуты в сфере биореакторных исследований и в области использования трансгенных организмов для производства важных белков коммерческого или медицинского назначения. Они позволили сократить время, необходимое для производства белков, и их внедрение способно отразиться на масштабах требующихся объектов. Это явно имеет последствия для КБО, например в плане тех мер, которые потребуется принимать государствам-участникам для осуществления КБО и для предотвращения использования биологических или токсинных агентов во враждебных целях.

53. Развитие судебно-микробиологической экспертизы служит одним из наглядных примеров того, как исследования в сфере наук о жизни во всем мире могут обеспечивать поддержку для КБО и создавать более эффективные инструменты для проведения расследований и разграничения естественных и умышленно инициированных вспышек болезней.

54. Примечательные технические сдвиги достигнуты на уровне биосенсорных систем обнаружения для индивидуального использования, хотя возможности здесь ограничиваются тем, что при разработке сенсоров необходим сбалансированный учет таких факторов, как специфичность, чувствительность, спектр анализируемых целевых молекул и тип использования.

55. Сочетание различных подходов, включая использование более совершенных биосенсоров, эпидемиологический мониторинг, вакцинные исследования, судебно-медицинскую экспертизу и другие лабораторные исследования, может способствовать формированию эффективных систем обнаружения заболеваний, проведения расследований и организации мер реагирования во всем мире.

56. Эти позитивные сдвиги подчеркивают наличие возможности для того, чтобы еще большее число государств-участников вносили вклад в осуществление КБО, например посредством расширения своих общих возможностей в сфере общественного здравоохранения и эпидемиологического контроля или принятия на себя ведущей роли в деле наращивания потенциала в своих регионах.

57. Некоторые научные и технические препятствия (например, технологии доставки лекарственных средств) сдерживают дальнейший прогресс, но их преодоление стало бы предвестником этапа стремительного развития. Международное научное сообщество может играть полезную роль в отслеживании тенденций и изменений в науке и технологии. Его неизменное участие в процессе осуществления КБО имеет важнейшее значение для выявления этих ключевых научных преград и прогнозирования сроков их преодоления.

G. Выводы

58. Многие из отдельных заключений комитета по поводу конкретных изменений в области науки и технологии не удивят тех, кто следит за тенденциями в исследованиях, потенциально имеющих отношение к КБО. Все вместе они составляют научно-технологическую реальность, в которой функционирует сегодня Конвенция, и определяют те проблемы и возможности, которые создает эта реальность для седьмой обзорной Конференции. Они также подводят комитет к четырем общим выводам:

Вывод 1

59. Ни одна из тенденций, рассмотренных в настоящем докладе, не выпадает сегодня за рамки сферы охвата статьи I. Формулировки договора, усиленные общими пониманиями, достигнутыми на предыдущих обзорных конференциях, обеспечивают такую гибкость, которая до сих пор позволяет адаптировать его к прогрессу в науках о жизни и смежных научных областях. Комитет признает, однако, что новые достижения, в том числе в тех областях исследований, которые не подвергались углубленной оценке в настоящем докладе, таят в себе неожиданные открытия; поэтому большое значение будут иметь постоянный мониторинг достижений в сфере наук о жизни и оценка их актуальности для КБО.

Вывод 2

60. Помимо вопроса о том, создают ли эти тенденции фундаментальные проблемы для сферы охвата договора, следует учитывать, что рассмотренные изменения будут затрагивать его каждую существенную статью. Эти тенденции могут создавать проблемы для реализации некоторых аспектов, но они также открывают важные возможности для поддержания функционирования Конвенции.

Вывод 3

61. Три общие тенденции, нашедшие отражение в порядке построения настоящего доклада, – повышение темпов, распространение возможностей и конвергенция научных и технологических дисциплин – будут сохраняться в обозримом будущем. Разнообразие областей, потенциально актуальных для КБО, и возможность неожиданных открытий затрудняют попытки прогнозировать последующие изменения. Вместе с тем, в рамках этих тенденций определенные области будут существенным образом затрагиваться воздействием таких факторов, как коммерческие интересы, которые в той или иной мере стимулируют достижения, а также наличием соответствующих препятствий, которые сдерживают прогресс. Более глубокое уяснение этих стимулов и препятствий позволило бы добиться более четкого представления о том, каким образом и когда научные и технологические достижения, скорее всего, смогут затронуть Конвенцию.

Вывод 4

62. Научное сообщество могло бы вносить свой вклад в осуществление мониторинга тенденций в науке и технологии и оценку их последствий для КБО, причем существует ряд механизмов для реализации этого вклада и консультативного содействия. В связи с этим наиболее эффективной отправной точкой для седьмой обзорной Конференции было бы рассмотрение тех задач, для решения которых будет использоваться такое консультативное и аналитическое

содействие в интересах дальнейшего функционирования Конвенции, включая расширение возможностей государств-участников для полномасштабного участия в ее осуществлении.