



БИОИНЖЕНЕРИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ (ВВОДНАЯ ЛЕКЦИЯ)



Волгоград **2017**

Биотехнология

- наука и сфера производства, использующие биологические процессы и агенты для целенаправленного воздействия на природу, а также для промышленного получения полезных для человека продуктов.



Технологические платформы ЕС



ОБРАЗОВАНИЕ

Бакалавриат (специалитет)	Магистратура
Биотехнология Пищевая биотехнология Биоинженерия и биоинформатика	Молекулярная и клеточная биотехнология Промышленная биотехнология Биоинженерия Агробиотехнология Медицинская биотехнология Экобиотехнология Пищевая биотехнология



БИОТЕХНОЛОГИЯ

(bios, taken, Logos)

**1919 - Карл Эреки
в Венгрии предложил термин:**

*«Biotechnology of Meat, Fat and Milk Production in an
Agricultural Large-Scale Farm», Берлин, 1919*

«БТ – все виды работ, при которых из сырья при помощи живых организмов производятся те или иные продукты»

использовать живое в производстве !

BIOTECH = BT = БТ

Этапы развития БТ

I этап - эмпирический (др. времена - конец XVIII)

**Месопотамия, Египет, Китай, Др. Греция, Др. Рим.
Хлебопечение, сыр, пивоварение, виноделие, ткачество,
выделка кожи**

II этап - биотехнический (XIX – перв. пол. XX)

Европа и США

**Заводское производство: биогаз, орг. кислоты, антибиотики,
витамины, ферменты.**

III этап – генотехнический (с сер. 70-х годов XX)

Резкое расширение «клуба БТ»

**Внедрение методов генной инженерии и биоинформатики и
переход на постгеномные технологии**

Традиционное понимание БТ

Вермикультивирование (лат *vermes* – червь) процесс переработки органических остатков почвы в гумус, повышающий ее плодородие с использованием дождевых червей (1500 видов, в основном, из сем. *Lumbricidae*. Дарвин на 1 м² 300 особей. С конца 40х начали выращивают на бытовых отходах в США на корм (50-70% белков).

Гумус – комплекс органических веществ.

- *vermes* – червь



Lumbricidae



- Хлебопечение...

до 1970-х гг.

к БТ относили производства,
в которых применялись
микроорганизмы

*(от промышленного пивоварения
до выпуска антибиотиков)*

1984 г. - члены Европейской
Ассоциации Биотехнологии
приняли современную
формулировку



EUROPEAN FEDERATION OF
BIOTECHNOLOGY

Биообъект

центральный и обязательный элемент БТ
производства, определяющий его специфику

По производственным
функциям



Продуцент:

- полный синтез целевого продукта через ряд последовательных ферментативных реакций

Биокатализатор

катализ определенной биохимической реакции, имеющей ключевое значение для получения целевого продукта

Основная задача современной БТ

СОЗДАВАТЬ НОВЫЕ БИООБЪЕКТЫ

(новые сорта растений, породы животных и штаммы микроорганизмов, имеющие хозяйственно ценные признаки, стабильно передающиеся по наследству)

Способы создания популяций



Отбор из природных сообществ



Внутривидовая гибридизация



Физический и химический мутагенез



Отдаленная гибридизация и генетическая инженерия

Какие признаки хозяйственно ценные?

- Устойчиво переносят неблагоприятные условия
- Эффективно используют солнечную энергию
- Создают чистый продукт с минимальным загрязнением окружающей среды
- Приспособлены к промышленным условиям

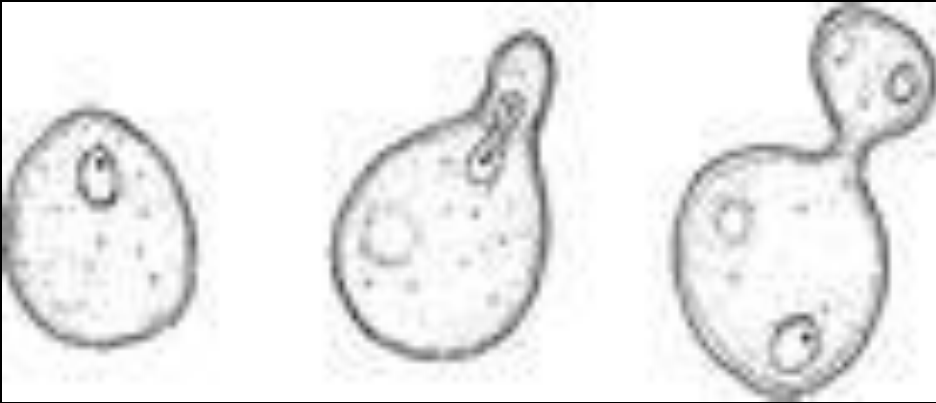
Основные объекты биотехнологии

- бактерии кишечной палочки *Escherichia coli*



Мезофильные, термофильные (ПЦР, 1984)
психрофильные бактерии

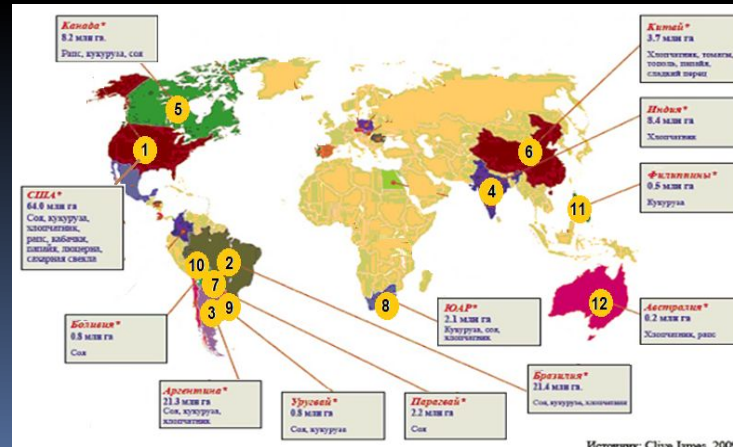
Saccharomyces cerevisiae

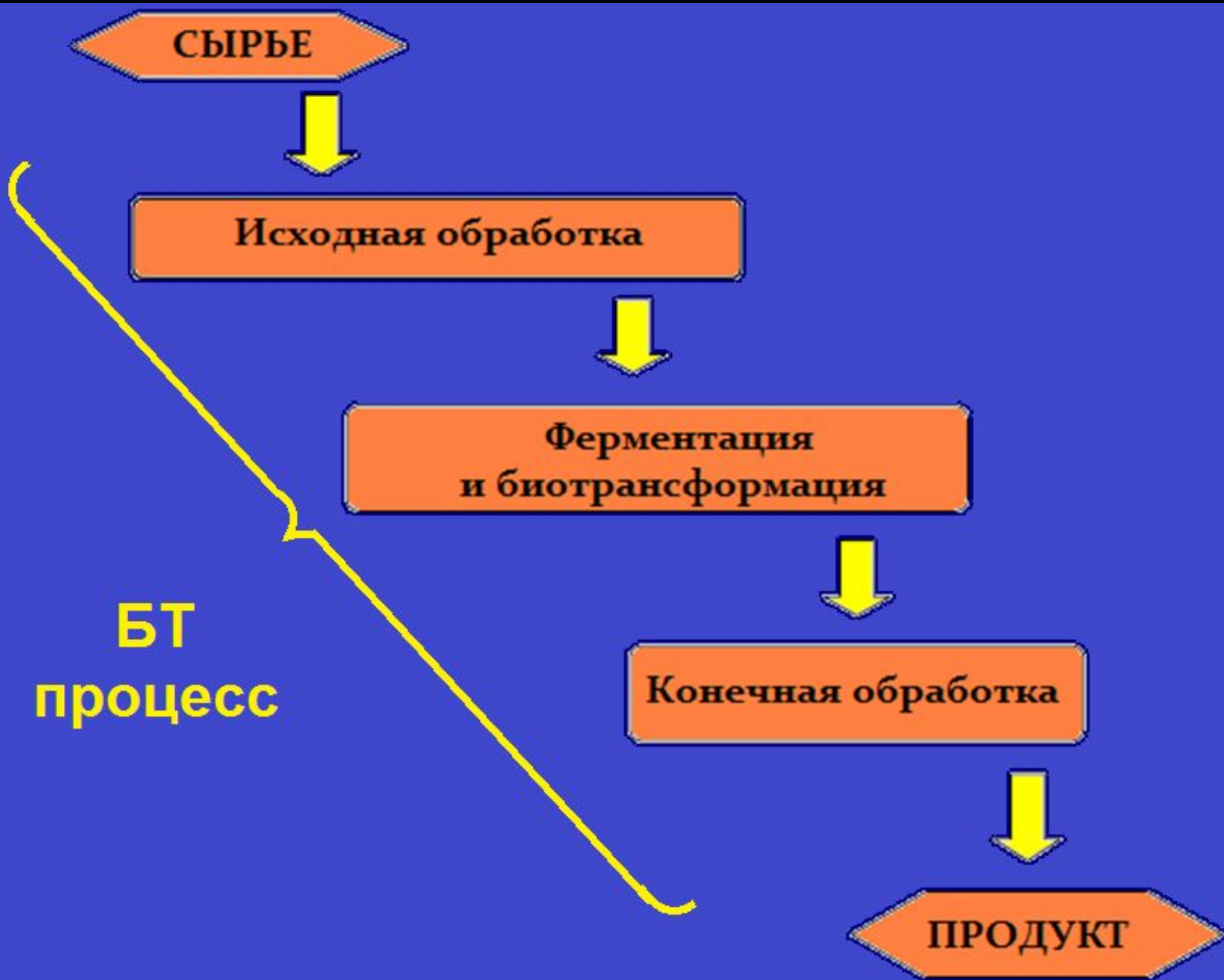


- Культуры эукариотических клеток высших организмов

Трансгены в производстве

- более 900 сортов ГМ растений, относящихся к 50 видам, созданы и доведены до полевых испытаний
- более 100 сортов ГМ растений допущено к промышленному производству





Направления БТ

```
graph TD; A[Направления БТ] --> B[Микро-биологическая промышленность]; A --> C[Клеточная инженерия]; A --> D[Генная инженерия];
```

Микро-
биологическая
промышленность

Клеточная
инженерия

Генная
инженерия

Базис современной БТ

- **Клеточная теория и генетика.**
- **Прогресс в «классических» технологиях»**
- **Новые вызовы цивилизации**
- **Культурно-этические изменения**
- **Информационная революция**

Структура современной БТ

Биология, физика, химия

Аппаратура, машиностроение

БИОТЕХНОЛОГИЯ

Промышленная
микробиология

Клеточная инженерия

Белковая инженерия

Генетическая инженерия

Экологическая БТ

Иммунологическая БТ

Энергетическая БТ


ПРИНЦИПЫ БТ

1. **Экономическая обоснованность.** БТ внедряется только тогда, когда нельзя эффективно использовать традиционные технологии. Например: синтез аминокислот.
2. **Целесообразный уровень разработок.** Объем (масштаб) производства, степень очистки продукта, уровень автоматизации – определяются экономической целесообразностью. Сравните: 1 кг/год высокоочищенного фарм. Препарата и сотни тыс. тонн биогаза.
3. **Научная обоснованность.** Это позволяет заранее провести расчет всех параметров и режимов БТ процесса.
4. **Принцип максимального снижения затрат.** Пример: использование энергии Солнца, естественных биореакторов - природных водоёмов и т.п.

ПРЕИМУЩЕСТВА БТ перед ХТ

- Низкая энергоемкость. БТ совершаются при нормальном давлении и 20-40° С
- Использование стандартного однотипного оборудования
- БТ несложно сделать безотходными. Отходы одного производства можно превращать в ценные продукты с помощью микроорганизмов в ходе другого БТ.
- Экологическая чистота. БТ не только не загрязняют, но часто очищают окружающую среду.
- БТ не требуют крупных капитальных вложений и дорогостоящей аппаратуры.

Методы БТ



Микробиологические и цитологические
(микроскопия, клеточные технологии: культивирование, гибридизация, реконструкция и др.)

Молекулярно-биологические
(молекулярные и генные технологии: рекомбиногенез, секвенирование, фаговый и клеточных дисплей и пр.)

Физико-химические
(мутагенез, инструментальные методы и пр.)

**Самая модная наука
последних десятилетий**

**Темпы роста колоссальны,
но еще быстрее растут
ожидания. Поражает
объем инвестиций и
количество новых БТ
компаний**

БИОТЕХНОЛОГИЯ

**Научные разработки
стремительно внедряются
и приносят ощутимую
пользу цивилизации**

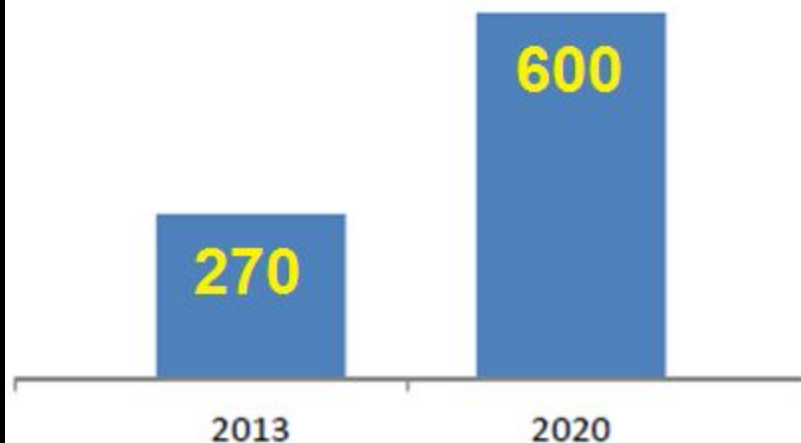
**Они же раскалывают
общество, становятся
источником страхов,
предметом дискуссий и
протестов**

РЫНОК БИОТЕХНОЛОГИЙ

	США	Западная Европа
Число фирм ¹⁾	1273	1570
Количество работающих	162000	61104
Количество работающих (в пересчете на фирму)	127	40
Оборот (\$, млн.)	200075	7336
Оборот в пересчете на фирму (\$, млн.)	107	55
Рыночная стоимость акционерного капитала (\$, млн.)	232400	33200
Число продуктов, находящихся в процессе разработки ²⁾	350	278
Число выданных патентов	660	350
Расходы на НИОКР (\$, млн.)	7000	2630
Число фирм, официально зарегистрированных на бирже	300	105

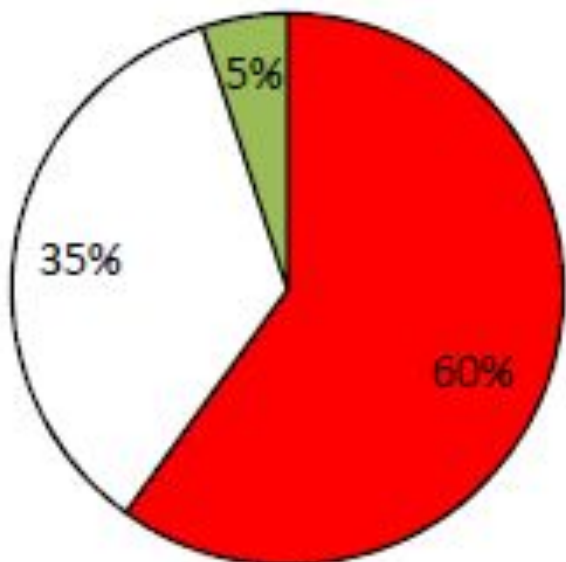
Рынок БТ

Объем мирового рынка биотехнологий,
млрд долларов



Источник: Frost & Sullivan.

Сегментация мирового рынка биотехнологий
Объем рынка (2013): ~ 270 млрд долларов



- Биофармацевтика и биомедицина
- Промышленные биотехнологии и биоэнергетика
- Агробιο- и природоохранные биотехнологии

РЫНОК БИОТЕХНОЛОГИЙ

Биотехнологические фирмы, входящие в рейтинг Nasdaq-100

Abgenix, Inc.

Amgen Inc.

Biogen, Inc.

Cephalon, Inc.

Chiron Corporation

Genzyme Corporation

Gilead Sciences, Inc.

Human Genome Sciences, Inc.

ICOS Corporation

IDEC Pharmaceuticals
Corporation

ImClone Systems
Incorporated

Immunex Corporation

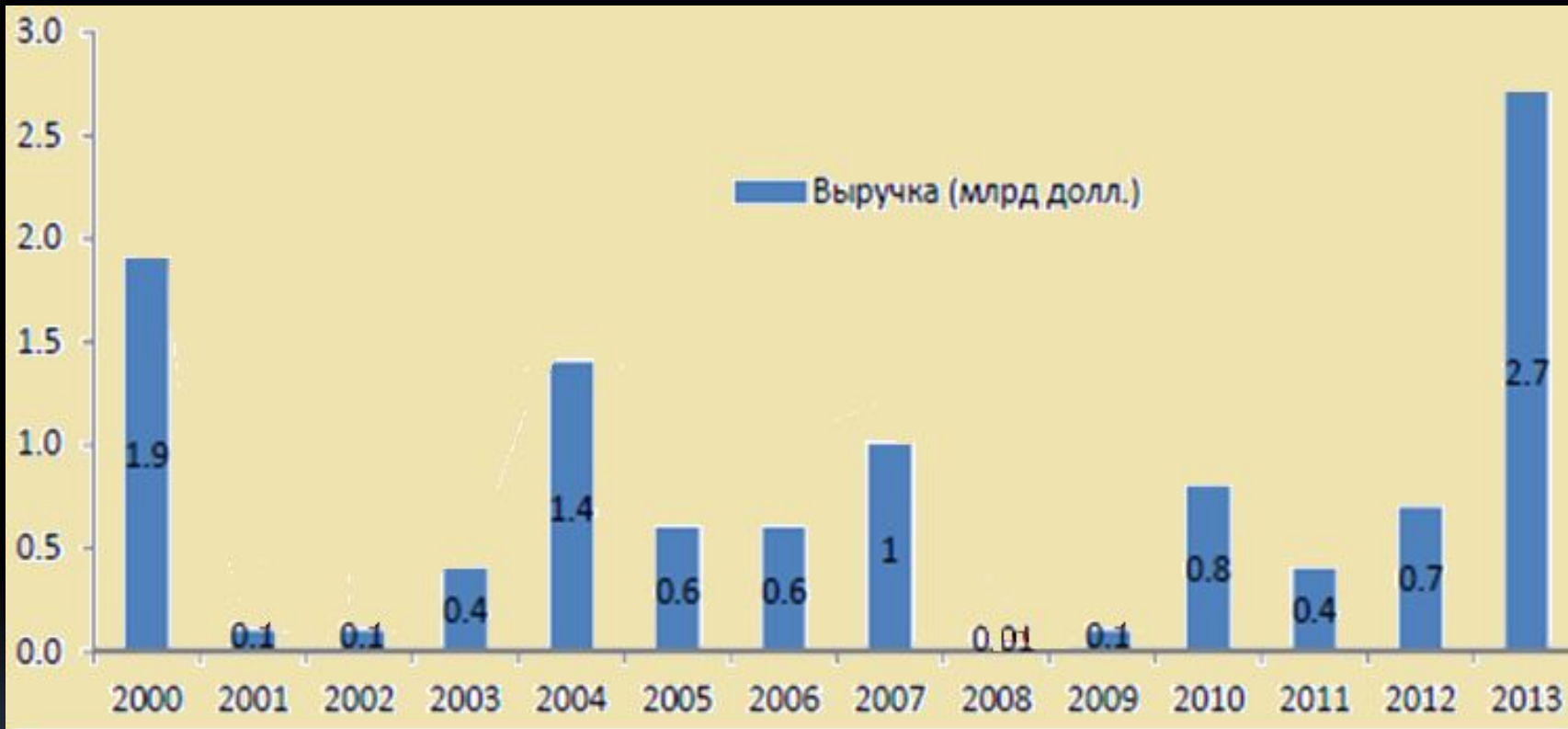
Invitrogen Corporation

MedImmune, Inc.

Millennium Pharmaceuticals,
Inc.

Protein Design Labs, Inc.

Рынок БТ США (2000-2013)



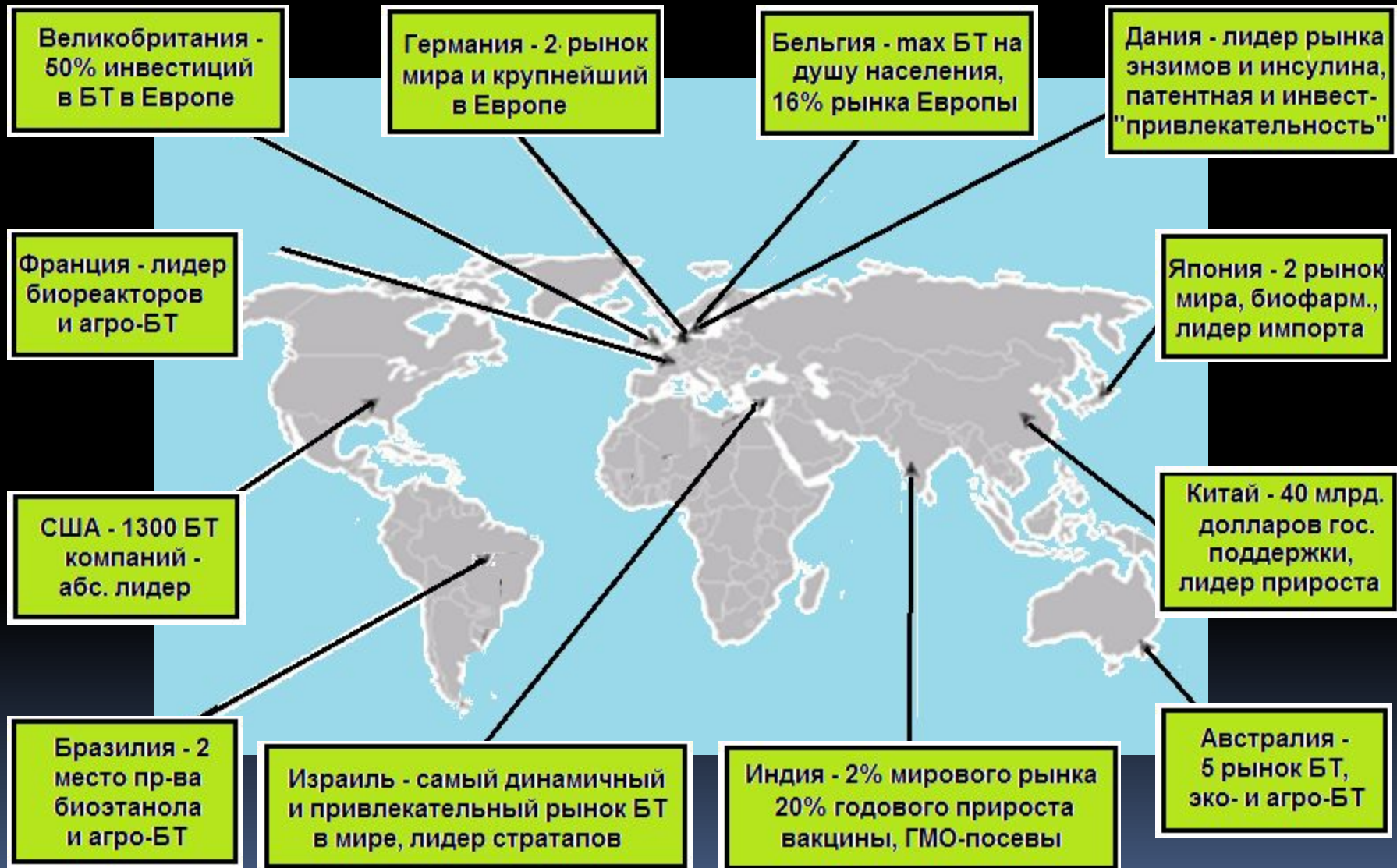
Примечание: при расчетах учитывались только сделки с рыночной капитализацией более 50 млн долларов. Источник: Renaissance Capital.

Крупнейшие сделки NASDAQ (2013)

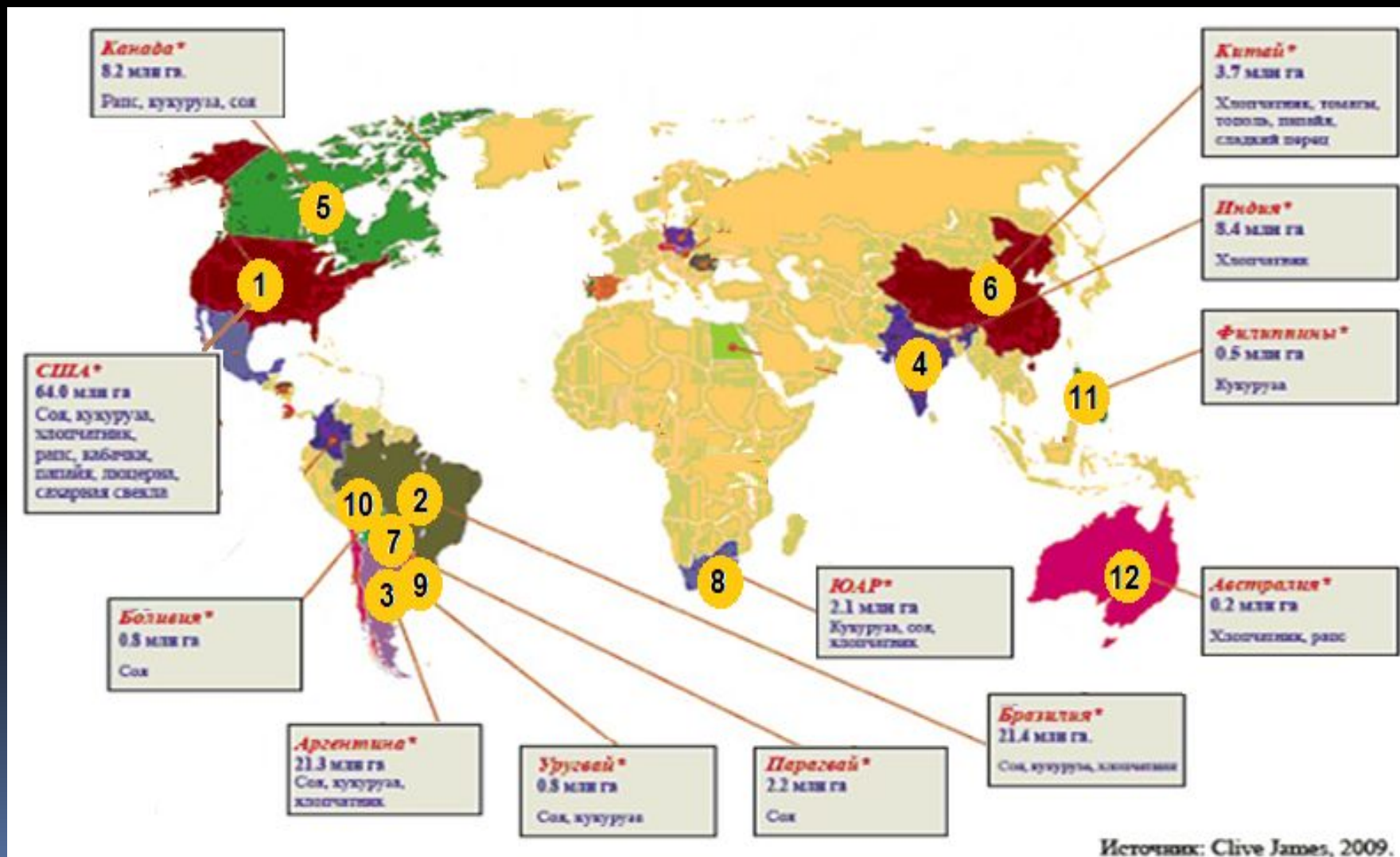
Компания	Сумма IPO, млн долл.	Основное направление исследований
Ophthotech	167	терапевтические решения для офтальмологии
PTC Therapeutics	125	генетические болезни
Portola Pharmaceuticals	122	антикоагулянты для хронически больных пациентов
Agios Pharmaceuticals	106	онкологические и редкие генетические заболевания
Foundation Medicine	106	диагностика онкологических заболеваний
Chimerix	102	ВИЧ-инфекция
Bluebird bio	101	генетические и орфанные болезни
Acceleron Pharma	83	онкологические заболевания
OncoMed Pharmaceuticals	82	онкологические заболевания
BIND Therapeutics	81	адресная доставка лекарственных средств

Источник: FierceBiotech.

МИРОВОЙ РЫНОК БТ



Лидеры по выращиванию трансгенных культур



Источник: Clive James, 2009.

ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ТРЕНД

- ферменты для производства спирта и пивоварения
- ферменты для синтетических моющих средств «Bio»
- комплексная переработка биомассы для получения биомедицинских и пищевых препаратов
- медицинские и ветеринарные диагностикумы и лекарства
- пробиотики

ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ТРЕНД

- ферменты для переработки отходов пищевой и текстильной промышленности
- кормовые добавки для животноводства
- биологические средства защиты растений
- бактериальные удобрения и вермикультуры
- препараты для очистки воды и биоремедиации загрязненных почв
- препаратов для организации нефтедобычи и рудообогащения

БИОЭКОНОМИКА

Замена химических процессов и продуктов биологическими
Использование возобновляемых ресурсов и отходов
Биоразлагаемые материалы Новые биоактивные субстанции
Устойчивое сельское хозяйство Безопасная пища

Агробиотехнологии

гены ценных признаков,
молекулярная селекция,
клонирование,
генетика фитопатогенов,
растения-биофабрики

Пром. биотехнологии

метаболическая инженерия,
новые ферменты и процессы,
переработка возобновляемого сырья
и отходов, биоматериалы,
биогеотехнологии, биоремедиация

Продукты питания

безопасность и качество,
функциональные
продукты питания,
переработка сырья

Мед. биотехнологии

диагностические системы,
фармпрепараты и технологии
их производства,
новые биоматериалы

области применения

ПОСТГЕНОМНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

от понимания молекулярных основ
к направленному конструированию процессов и объектов

традиционная биотехнология:

крупнотоннажные процессы
традиционная селекция
природные штаммы

физико-химическая биология:

молекулярная биология
геномика и постгеномные
платформы, биохимия,
биоинженерия

интеграция

микробиология:

биоразнообразие, экстремофилы,
геохимическая деятельность

Приоритеты развития биотехнологий (БТ-2020)

- **Биофармацевтика и биомедицина**
- **Промышленная биотехнология**
- **Биоэнергетика**
- **Сельскохозяйственная биотехнология**
- **Пищевая биотехнология**
- **Лесная биотехнология**
- **Экологическая биотехнология**

*из КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЫ
развития биотехнологий в РФ
на период до 2020 года, подп.*

В.В. Путиным 24.04.12

Амбициозные индикаторы БТ-2020

- - увеличение в 8,3 раза объема потребления продукции БТ
- - увеличение в 33 раза объема производства
- - импортозамещение в отрасли на 50%;
- - увеличение доли экспорта в 25 раз;
- - выход на долю в 3 % ВВП

Программа БТ 2020

Этапы реализации

- I этап – 2011-2015 гг. - развитие внутреннего спроса и экспорта биотехнологической продукции;
- II этап – 2016-2020 гг. – формирование институциональных условий для проведения глубокой модернизации технологической базы соответствующих отраслей промышленности за счет массового внедрения в производство методов и продуктов биотехнологий.

Меры поддержки

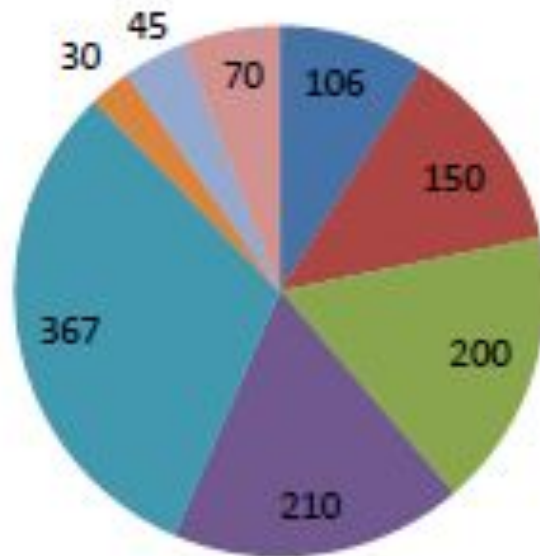
- стимулирование спроса (государственные закупки, установление новых стандартов и технических регламентов; финансовая поддержка отраслей, содействие локализации иностранных производителей)
- повышение конкурентоспособности биотехнологических предприятий (гранты и беспроцентные займы для финансирования программ НИОКР малых и средних компаний; усиление приоритета развития биотехнологий в деятельности институтов развития, поддержка экспорта, развитие инновационной инфраструктуры)
- развитие образования (создание новых образовательных стандартов и программ)
- развитие науки (увеличение государственного финансирования науки; разработка стратегических программ исследований)
- развитие экспериментальной производственной базы (создание инновационной инфраструктуры; стимулирование создания промышленных и опытно-промышленных производств для крупнотоннажного выпуска)
- усиление кооперации бизнес-наука-образование (содействие формированию и реализации технологических платформ)
- поддержка биотехнологий в регионах (создание региональных кластеров и содействие реализации региональных программ развития биотехнологий)
- международное сотрудничество (участие в международных научно-исследовательских проектах; привлечение международных компаний для совместных проектов)

Дорожная карта «Развитие БТ и генной инженерии»

Показатель	2012	2015	2018
Объем потребления биотехнологической продукции (млрд рублей)	128	180	300
Доля биоразлагаемых материалов в общем объеме потребляемых изделий (%)	-	3	8
Доля моторного биотоплива и его компонентов в общем объеме потребления топлива (%)	-	3	8
Производство твердого биотоплива (млн т)	3	6	16
Доля энергетической утилизации отходов сельского хозяйства, лесопереработки, пищевой промышленности	3	30	80
Удельный вес с/х отходов, переработанных биотехнологическими методами	5	30	50
Рост применения биологических средств защиты растений и микробиологических удобрений (% к 2012 году)	4 тыс т	200	300
Доля импорта в потреблении биотехнологической продукции (%)	80	77	50

Приоритеты БТ-2020

Объем финансирования Комплексной программы развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года (млрд рублей)
ВСЕГО: 1,2 трлн рублей



- Биофармацевтика
- Биомедицина
- Агробиотехнологии и пищевые биотехнологии
- Промышленные биотехнологии
- Биоэнергетика
- Природоохранные биотехнологии
- Лесные биотехнологии
- Морские биотехнологии

Ключевые программы БТ 2020

Государственная программа	Подпрограмма/ФЦП	Фокус подпрограммы/ФЦП
Развитие фармацевтической и медицинской промышленности на 2013-2020 годы	ФЦП «Развитие фармацевтической и медицинской промышленности на период до 2020 года и дальнейшую перспективу»	<ul style="list-style-type: none"> • фармацевтическая продукция • медицинские изделия
Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы.	Подпрограмма «Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие»	<ul style="list-style-type: none"> • биологические средства защиты растений и микробиологические удобрения • переработка с/х отходов биотехнологическим методом • создание биоэнергетических установок
Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности	Подпрограмма «Промышленные биотехнологии»	<ul style="list-style-type: none"> • биоразлагаемые материалы • лесные промышленные биотехнологии

Драйверы рынка БТ в России

- Растущие расходы государства на закупку дорогостоящих препаратов по программам дополнительного лекарственного обеспечения (ДЛО).
- Государственное финансирование программ импортозамещения биотехнологических лекарств.
- Кластерная политика, способствующая привлечению зарубежных инвестиций.
- Инвестиции институтов развития, позволяющие обеспечить финансирование молодых инновационных компаний, а также организовать трансфер зарубежных технологий.
- Расширение национального календаря прививок, стимулирующее рост рынка вакцин.
- Фокус на превентивную медицину способствует расширению сегмента лабораторной диагностики, включая создание новых диагностических систем, поиск новых биомаркеров.
- Растущее число хирургических вмешательств – фактор роста спроса на медицинские изделия из биосовместимых и биоразлагаемых материалов.
- Развитая отечественная индустрия информационных технологий может стать заделом конкурентоспособности российского рынка биоинформатики.
- Интенсивное развитие сельского хозяйства в РФ предполагает заметный рост потребления иммунобиологической продукции для животноводства, кормовых добавок, а также обуславливает необходимость утилизации и нейтрализации растущего объема отходов.
- Сохраняющийся высокий потенциал импортозамещения в биофармацевтике (антибиотики, гормоны), промышленных биотехнологиях (ферменты), агробиотехнологиях (премиксы и белково-витаминные добавки, вакцины, антибиотики).

Ограничители рынка БТ

- Неблагоприятная макроэкономическая и политическая ситуация создают риски при реализации инвестиционных проектов в России.
- Устаревшая промышленная база отечественных биотехнологических компаний, не сертифицированных по GMP, существенно ограничивает выпуск инновационных препаратов и вывод их на зарубежные рынки.
- Высокая зависимость от импорта, например, в области производства биотехнологических субстанций.
- Недостаток квалифицированных кадров, отсутствие современных образовательных программ препятствует внедрению биотехнологий на действующих производствах.
- Существенный дефицит финансирования НИОКР, в частности подразделений РАН.
- «Половинчатость» государственных программ поддержки НИОКР не позволяет довести разработки до стадии коммерциализации и организации промышленного производства новой продукции.
- Неясные правила локализации для иностранных биофармацевтических компаний, а также отсутствие аналогичных программ в других сегментах биотехнологий, не стимулируют приток прямых иностранных инвестиций в экономику РФ.
- Отсутствие современного законодательства, стандартов и технических регламентов, экологических стандартов, сдерживает развитие отдельных сегментов биотехнологии (например, биodeградируемые полимеры, биологические средства защиты растений, клеточные технологии и др.).

Развитие в 2014 году (виртуальный контент)

- Волгоградская область – 74000
- Краснодарский край – 80000

□ Чехия – 322000

□ Бельгия – 465000



ГК Мегамикс (Ветфарм)



- **Предприятие в составе крупнейшей в европейской части России компании по разработке и производству премиксов и белково-витаминно-минеральных концентратов для всех видов сельскохозяйственных животных и птиц**

Европа-Биофарм



Формирование кластера по полной переработке растительного сырья с получением конкурентоспособной и импортозамещающей продукции машиностроительного, пищевого, фармацевтического, ветеринарного

Сады Придонья



- - единый, замкнутый цикл производства: сортоиспытания
- - производство саженцев - выращивание плодов и овощей – полная переработка
- - щадящая переработка на условиях сохранения максимума ценных витаминов и микроэлементов в готовой продукции.
- - вспомогательное овощеводческое и молочно-товарное хозяйство
- - современные технологии и биотехнологии, компактно сгруппированные вблизи производства сырья



Поволжский НИИ производства и переработки мясо-молочной продукции



Академик И.Ф. Горлов

- исследования в области растениеводства, животноводства, ветеринарии, генетики и селекции, биотехнологии, направленные на получение высококачественной продукции, ускорение научно-технического прогресса в агропромышленном комплексе региона.
- разработка прогрессивных технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, обеспечивающих производство биологически полноценных продуктов питания.



Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт

- **противоэпидемическая защита населения за счет создания новых и усовершенствования имеющихся средств и методов диагностики и индикации возбудителей особо опасных инфекций (чума, холера, сибирская язва, туляремия, бруцеллез) в Нижнем Поволжье.**
- **фундаментальные и прикладные научные исследования в области эпидемиологии, микробиологии и биотехнологии**

Прогресс молекулярных биотехнологий



Биотехнологии

Химическая технология



Медицина и фармацевтика

Сельскохозяйственная биология и пищевые технологии



Главное – работа в лабораториях!



Технология получения хитозана из доступного сырья разработана в ВолГУ



Осваиваем молекулярные технологии – студ. БиБ121
С. Липницкая



Использовать широкие связи ВолГУ

- Пущинский научный центр РАН
- ООО «Русвиск», Москва
- Институт физиологии растений РАН (Москва)
- Институт морфологии человека РАМН (Москва)
- Институт молекулярной биологии РАН (Москва)
- ФББ и ФФМ МГУ
- Биокластер «Северный» (МФТИ)



Российский национальный контактный центр «Биотехнологии»



Российский национальный контактный центр «Биотехнологии» создан на базе Института биохимии им. А.Н. Баха РАН по поручению Минпромнауки РФ в апреле 2003 г. для усиления интеграции российской науки в единое научное европейское пространство



Основная задача НКТ состояла в распространении в России информации о программе 7РП Европейского Сообщества, в оказании всесторонней помощи российским научным коллективам, желающим участвовать в выполнении научно-технических проектов по 7РП ЕС по 2-ой подпрограмме «Продукты питания, сельское хозяйство и биотехнология»

Конференции 2017 года

Дата	Дедлайн	Название мероприятия	Место провед.	Ссылка
4-5 Nov	15 Feb	XIX Международная н. конфер.-школа "Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России"	Махачкала	http://ecol.dgu.ru/conference.aspx
16-20 Apr	20 Feb	55 Международная научная студенческая конференция	Новосибирск	https://issc.nsu.ru/
10-14 Apr	25 Feb	Международная научная конфер. «Ломоносов-2017»	Москва	https://lomonosov-msu.ru/ru/s/event/4000/
26-27 May	03 Mar	III International Conference of Cell Biology - Krakow 2017	Kraków (Poland)	http://www.cell.confer.uj.edu.pl/info
17-21 Apr	20 Mar	Международная н. конфер. Биология - наука 21 века	Пушино	http://www.biology21.ru/ru
14-17 Sep	12 Jun	YES Meeting – The Concept	Porto (Португалия)	http://yesmeeting.org/



ДВИГАТЬСЯ ВПЕРЕД МОЖНО



Кафедра биоинженерии
и биоинформатики **44 - 72 - 97**

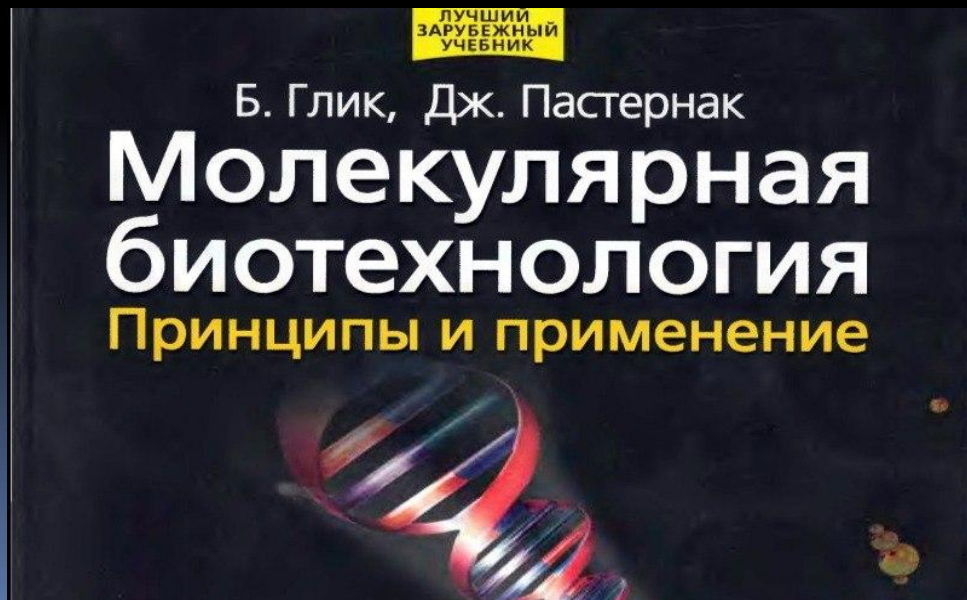
НОВОЧАДОВ ВАЛЕРИЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ

Электронная почта: biobio@volsu.ru

ТОЛЬКО ВМЕСТЕ, И ЗНАЯ, КУДА !

Почитать ...

- Клунова С.М. и др. Биотехнология. 2010. 256 с.
- Егорова Т. А. Основы биотехнологии. – М. : Академия, 2003. 208 с.
- Загоскина Н.В. и др. Биотехнология. Теория и практика. 2009. 496 с.
- Уолкер Ш. Биотехнология без тайн. М: 2008. 336 с



Непривычные

термины ...

- трансгенные клетки
- продуцент
- целевой продукт
- термостабильная ДНК-полимераза
- праймер
- клеточные линии и культуры
- перевивание клеток

... станут
привычными

... в Интернете

<http://www.biotechnolog.ru/>

«Биотехнология», учебник онлайн

<http://www.cbio.ru/>

Коммерческая биотехнология

<http://www.rusbiotech.ru/>

Российские биотехнологии и биоинформатика

<http://www.genetika.ru/journal/>

Журнал «Биотехнология»

<http://generative.ru/>

Справочник по биотехнологии для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства

<http://prostonauka.com/biotech>

Биотехнологии на портале «Просто о науке»

<http://http://ejournal8.com/>

Европейский журнал молекулярных биотехнологий