**Лекция 1**

**Цели и задачи генной инженерии. История развития технологий генной инженерии.**

*Цель занятия:* Ознакомление с целями и задачами генной инженерии.

*Генная инженерия.* Генетическая инжене рия (генная инженерия) — совокупность приѐмов методов и технологий получения рекомбинантных РНК и ДНК выделения генов из организма (клеток) осуществления манипуляций с генами введения их в другие организмы.

Генная инженерия решает задачу целенаправленного создания новых комбинаций генетического материала путѐм лабораторных методов in vitro которые позволяют манипулировать нуклеиновыми кислотами переносить нужные гены организма одного вида в организм другого вида. Генная инженерия служит для получения желаемых качеств изменяемого или генетически модифицированного организма. В отличие от традиционной селекции, в ходе которой генотип подвергается изменениям лишь косвенно, генная инженерия позволяет непосредственно вмешиваться в генетический аппарат, применяя технику молекулярного клонирования. Примерами применения генной инженерии являются получение новых генетически модифицированных сортов зерновых культур, производство человеческого инсулина путём использования генномодифицированных бактерий, производство эритропоэтина в культуре клеток или новых пород экспериментальных мышей для научных исследований.

Во второй половине XX века было сделано несколько важных открытий и изобретений, лежащих в основе генной инженерии. Успешно завершились многолетние попытки «прочитать» ту биологическую информацию, которая «записана» в генах. Эта работа была начата английским учёным Фредериком Сенгером и американским учёным Уолтером Гилбертом (Нобелевская премия по химии 1980 года). Как известно, в генах содержится информация-инструкция для синтеза в организме молекул РНК и белков, в том числе ферментов. Чтобы заставить клетку синтезировать новые, необычные для неё вещества, надо чтобы в ней синтезировались соответствующие наборы ферментов. А для этого необходимо или целенаправленно изменить находящиеся в ней гены, или ввести в неё новые, ранее отсутствовавшие гены. Изменения генов в живых клетках — это мутации. Они происходят под действием, например, мутагенов — химических ядов или излучений. Но такие изменения нельзя контролировать или направлять. Поэтому учёные сосредоточили усилия на попытках разработать методы введения в клетку новых, совершенно определённых генов, нужных человеку.

Все методы генетической инженерии применяются для осуществления одного из следующих этапов решения генно-инженерной задачи:

-Получение изолированного гена.

-Введение гена в вектор для переноса в организм.

-Перенос вектора с геном в модифицируемый организм.

-Преобразование клеток организма.

-Отбор генетически модифицированных организмов (ГМО) и устранение тех, которые не были успешно модифицированы.

# Контрольные вопросы:

1. Генная инженерия.
2. Цели и задачи генной инженерии.
3. История развития технологий и генной инженерии.

**Лекция 2**

**Регулирование производства генетически модифицированных организмов.**

*Цель занятия:* Ознакомление студентов регулированием производства генетически модифицированных организмов.

Потенциальные применения трансгенных животных для здоровья человека включают производство биофармацевтических препаратов и создание органов, тканей и клеток для ксенотрансплантации. Критика таких приложений затрагивает самые разные вопросы, от безопасности пищевых продуктов и социального сопротивления до потенциального негативного воздействия на благополучие животных и экосистемы. Возникли также вопросы об адекватности существующей нормативно-правовой базы для оценки и управления любыми рисками, создаваемыми этими технологиями.

15 января 2009 г. Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA) выпустило окончательное руководство по регулированию ГМО-животных и продуктов. В соответствии с Координированной структурой регулирования биотехнологии FDA будет делать это в соответствии со своими существующими законными полномочиями и правилами. Как правило, продукты, полученные из ГМ, например, будут регулироваться так же, как и не-ГМ продукты; если их состав не отличается от их обычных аналогов, их не нужно будет маркировать. Тем не менее, разработчики ГМ-животных и продуктов, полученных из ГМ, должны получить предварительное одобрение FDA. Регулирование генной инженерии касается подходов, используемых правительствами для оценки и управления рисками, связанными с использованием технологии генной инженерии, а также с разработкой и выпуском генетически модифицированных организмов (ГМО), включая генетически модифицированные сельскохозяйственные культуры и генетически модифицированную рыбу.

Существуют различия в регулировании ГМО между странами, причем некоторые из наиболее заметных различий наблюдаются между США и Европой.

Контрольные вопросы:

1. **Введение в биотехнологию.**

2. ГИ растений и животных: объекты, основные направления и задачи.

3. Биотехнология в животноводстве: состояние и актуальные проблемы.

4. Вопросы биоэтики в биотехнологии животных.

5. Регулирование выпуска генетически модифицированных организмов.

**Лекция 3**

**Перспективы использования геномных технологий в генной терапии.**

*Цель занятия:* Ознакомление студентов с перспективами использования геномных технологий в генной терапии.

# Достижения молекулярной биологии и генетики в изучении тонкой структуры генов эукариот, картирование генов на хромосомах млекопитающих, их идентификация и клонирование, обнаружение мутаций в генах, ассоциированных с наследственными и приобретенными заболеваниями, наряду с бурным ростом в области биотехнологий, клеточных технологий и успехами генной инженерии привели к тому, что в конце прошлого века начался бум в исследованиях по анализу молекулярно-биохимических дефектов, ассоциированных с определенной патологией, который привел к пониманию того, что большинство грозных заболеваний человека сопровождается серьезными изменениями в генетическом аппарате клетки.

# Особенно выражены и наиболее исследованы эти изменения при злокачественных новообразованиях.

# Из этих данных следует логичный вывод о том, что наиболее радикальным способом борьбы с заболеваниями, вызываемыми изменениями в генетическом аппарате клеток, должны быть мероприятия, направленные непосредственно на причину заболевания, а не ее последствия.

# Методы манипулирования ДНК имеют потенциал для лечения различных заболеваний путем генной терапии — изменения генов больного человека.

# Теоретически люди с нарушениями, связанными с одним дефектным геном, должны быть в состоянии заменить или дополнить этот ген нормальным аллелем. Новый аллель может быть встроен в соматические клетки ткани, пораженной заболеванием.

# Современная генная инженерия позволяет «включать» и «выключать» отдельные гены, программируя новый генотип, в том числе, и человеческий. Это вызывает немало опасений, хотя многие открытия уже принесли человечеству пользу.

# Контрольные вопросы:

1. История развития генной терапии.
2. Направления развития геномных технологии.
3. Рекомбинантная ДНК и наследственные болезни.

**Лекция 4**

**Генетически модифицированные микроорганизмы и риски их использования.**

*Цель занятия –* ознакомление студентов с генетически модифицированными микроорганизмамиы и риски их использования.

# Развитие геномных проектов прокариот направлено, прежде всего, на секвенирование и анализ геномов патогенных микроорганизмов и вирусов. Такая информация является приоритетом современной геномики. Эти данные способствуют формированию наших знаний о взаимодействии двух геномов, генома патогена и генома клетки-хозяина, что позволит выявить защитные механизмы, которые формируются в организме в ответ на конкретную инфекцию. С другой стороны, накапливаются данные о молекулярных механизмах патогенного действия микроорганизмов. На основе этих знаний с помощью методов генной инженерии, протеомного анализа и информационных технологий ожидается разработка диагностикумов и препаратов нового поколения для лечения различных инфекционных заболеваний.

# В последние годы широкую значимость приобрели проекты по метагеномному секвенированию, которые позволяют выяснить весь арсенал живых организмов, сосуществующих в определенной экологической нише и определить пути их взаимодействия. Развитие генной инженерии в последние десятилетия ознаменовалось большими успехами в расшифровке генетических кодов различных организмов: от одноклеточных до многоклеточных, включая человека. Это научное открытие навсегда останется в числе самых выдающихся достижений ХХ столетия, наряду с гигантским прорывом в космос, освоением ядерной энергии и революцией в информационных технологиях. Несомненно, сегодня генеика является одним из лидеров в естествознании, и с каждым годом она укрепляет свое положение.

# Революционные успехи современной фундаментальной биологической науки и основанных на ней технологий имеют далеко идущие социальные, экономические, правовые, этические т даже политические последствия. Сложившаяся в настоящее время ситуация такова, что от современной, точной и адекватной реакции общественности в значительной степени зависит то, с каким знаком - + или – будут эти последствия.

# Суть проблемы в том, что открытия в биологии на рубеже второго и третьего тысячелетий не только способствуют развитию биотехнологии, прогрессу в медицине, сельском хозяйстве и других отраслях экономики, но и создают научно-технологические предпосылки для разработки усовершенствованных биологических средств массового поражения, что, в свою очередь, делает их весьма привлекательными для террористов.

# Развитие молекулярной биологии, микробиологии и генной инженерии позволяет создавать новые виды биологических агентов для нужд здравоохранения, сельского хозяйства и пищевой промышленности.

# Однако, эти же достижения можно использовать и в антигуманных целях, применив синтезированные вещества в качестве новейших видов биологического оружия.

# Биология всегда считалась «наукой жизни». В наши дни она неожиданно может стать наукой, несущей смерть.

# Контрольные вопросы:

1.Характеристика процесса репликации

2.Молекулярный механизм репликации.

3. Репликация ДНК — ключевое событие в ходе деления клетки.

**Лекция 5**

**Экологические и агротехнические риски использования ГМО.**

*Цель занятия –* ознакомление студентов с экологическими и агротехническими рисками использования ГМО.

Генети́чески модифици́рованный органи́зм (ГМО) — организм, генотип которого был искусственно изменён при помощи методов генной инженерии. Это определение может применяться для растений, животных и микроорганизмов. Всемирная организация здравоохранения даёт более узкое определение, согласно которому генетически модифицированные организмы — это организмы, чей генетический материал (ДНК) был изменен, причём такие изменения были бы невозможны в природе в результате размножения или естественной рекомбинации[1].

Генетические изменения, как правило, производятся в научных или хозяйственных целях. Генетическая модификация отличается целенаправленным изменением генотипа организма в отличие от случайного, характерного для естественного и искусственного мутационного процесса.

*Агротехнические риски ГМО.* Возможные агротехнические риски распространения ГМО до конца четко не сформулированы, но ученые говорят о многих возможных проблемах. Среди них:

- угроза естественному биологическому разнообразию – риск сокращения числа видов различных живых организмов, живущих на полях, лугах и вблизи них;

- вытеснение более сильными быстрорастущими ГМ-растениями привычных видов из природных экосистем;

- уменьшение количества сортов и пород из-за массового применения монокультур;

- снижение устойчивости к вредителям и болезням через несколько лет, отсроченное изменение свойств ГМ-растений;

- ухудшение свойств традиционных культур, утрата генетической чистоты естественных видов в результате неконтролируемого опыления нетрансгенных сортов; снижение естественного плодородия почв из-за усиленного потребления питательных веществ ГМ-растениями, способными быстрее расти и развиваться.

# Контрольные вопросы:

1. Преимущества от использования ГМО

2. Генетически модифицированный организм.

3. Агротехнические риски ГМО.

4. Экологические риски ГМО.

**Лекция 6**

**Пищевые риски – биологическая безопасность продуктов питания. Картахенский протокол биобезопасности.**

*Цель занятия –* ознакомление студентов с пищевыми рисками – биологическая безопасность продуктов питания. Картахенский протокол биобезопасности.

Применение современной биотехнологии в производстве продуктов питания открывает новые возможности и поднимает вопросы, касающиеся здоровья и развития человека. Метод рекомбинантных ДНК – наиболее известный подход, используемый современной биотехнологией, – позволяет генетически модифицировать растения, животных и микроорганизмы, наделяя их качествами, получение которых невозможно с помощью традиционных методов селекции. Помимо генетического модифицирования к методам современной биотехнологии относят также клонирование, культивирование тканей и селекцию под контролем маркеров.

Придание сельскохозяйственным растениям новых качеств обеспечивает повышение

продуктивности сельского хозяйства, улучшение питательных свойств или облегчение процесса переработки сырья, что может непосредственно способствовать улучшению здоровья человека. Возможны также эффекты, косвенно способствующие улучшению качества жизни, такие как снижение объемов распыляемых химикатов, повышение доходности фермерских хозяйств, стабильности урожая и безопасности продуктов питания, что особенно актуально для развивающихся стран.

Новые качества ГМО могут, однако, нести определенный риск для здоровья и развития человека. Многие, хотя и не все, гены и признаки, используемые при создании сельскохозяйственных ГМО, не имеют истории безопасного использования. Некоторые страны разработали руководства и/или законодательные акты, подразумевающие проведение обязательного домаркетингового анализа риска использования ГМ продуктов питания. Для решения подобных вопросов на международном уровне существуют специальные соглашения и нормы.

ГМО могут оказывать косвенные отрицательные эффекты на здоровье человека, в том числе посредством губительного воздействия на окружающую среду либо неблагоприятного влияния на экономические (такие как торговля), социальные и этические факторы.

Такие эффекты необходимо оценивать с учетом возможных преимуществ и рисков,

связанных с не-ГМ продуктами. Например, новые сорта сельскохозяйственного растения, выведенные с помощью традиционных селекционных подходов, также могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на здоровье человека и окружающую среду.

Генетически модифицированная пища — продукты питания, полученные из генетически модифицированных организмов (ГМО) — растений или животных. Продукты, которые получены при помощи генетически модифицированных организмов, включая микроорганизмы, или в состав которых входит хоть один компонент, полученный из продуктов, содержащих ГМО, также могут считаться генетически модифицированными, в зависимости от законодательства конкретной страны.

Существует научный консенсус, что имеющиеся в настоящее время продукты питания, полученные из ГМ-культур, не представляют большего риска для здоровья человека, чем обычные продукты питания[⇨].

На 2015 год генно-модифицированные растения выращивались в 28 странах, на рынок было допущено 28 генно-модифицированных сельскохозяйственных культур (включая как пищевые, так и кормовые и технические). В 2015 году впервые было разрешено к продаже в пищу генетически модифицированное животное — атлантический лосось AquAdvantage. Генетически модифицированные микроорганизмы используются при производстве значительного количества сыров, а также при производстве йогуртов.

Способы проверки на наличие ГМО

Как правило, проверка на наличие ГМО проводится при помощи полимеразной цепной реакции (ПЦР). Такой тест предусматривает три основных действия:

Пробоподготовка, состоящая в выделении ДНК из тестируемого пищевого продукта;

Постановка ПЦР с выделенной ДНК и с парой праймеров, которые комплементарны участку встроенного гена. Иногда один из праймеров может быть комплементарен пограничному участку между хромосомной ДНК «хозяина» и встроенной ДНК. В ходе ПЦР многократно амплифицируется участок ДНК, специфичный для встроенного гена или для события-вставки.

Выявление амплифицированного ПЦР-продукта при помощи разных устройств. Если продукт обнаруживается, это является свидетельством, что в пробе выявлена ДНК генно-модифицированного организма.

Количественное определение на наличие ГМО: точное количество ГМО в продукте определить невозможно. Долгое время определялось только наличие ГМО в продукте: содержит продукт ГМО или нет. Относительно недавно были разработаны способы количественного определения — ПЦР в режиме реального времени, когда амплифицированный продукт помечается флуоресцентным красителем и интенсивность излучения сравнивается с откалиброванными стандартами. Однако, даже самые лучшие устройства все ещё имеют значительную погрешность.

Количественное определение на наличие ГМО возможно только тогда, когда из продукта можно выделить достаточное количество ДНК. Если возникают трудности с выделением ДНК, которая довольно неустойчивая, разрушается и теряется в процессе обработки продукта (очищение и рафинирование масла или лецитина, термическая и химическая обработка, обработка давлением), тогда количественное определение невозможно[33]. Способы выделения ДНК в разных лабораториях могут быть разными, поэтому показатели количественного значения могут так же различаться, даже если исследуется один и тот же продукт[34].

Независимо от того, качественное или количественное определение используется для анализа пищевых продуктов на содержание ГМО, недостатком способа является большое количество ложноположительных и ложноотрицательных результатов. Самые точные результаты можно получить при анализе необработанного растительного сырья.

Для качественного определения содержания ГМО иногда используют стандартизированные проверочные чип-системы[35]. Способы определения ДНК в разных лабораториях могут отличатся, поэтому различаться могут и показатели количественного значения, даже если анализируется один и тот же продукт[36]. В основе чип-систем лежит принцип комплементарной гибридизации ДНК с меткой, нанесённой на чип. Ограничивающим фактором этого способа является так же эффективное выделение ДНК. Однако подобные проверочные системы не охватывают всего разнообразия ГМО и сложны их определения.

Путь к коммерциализации

В каждой стране путь к коммерциализации ГМО разный. Допуск к продаже и культивированию предусматривает разные процедуры, однако они основаны на одинаковых принципах.

Безопасность: продукт должен быть безопасным и не представлять угрозы здоровью людей или животных. Также он должен быть безопасным для окружающей среды. Безопасность определяется согласно разработанным испытаниям, которые основываются на новейших научных знаниях и применяются с использованием современных технологических средств. Если продукт не подходит под вышеозначенные требования — он не получает разрешения на культивирование или распространение. Если с течением времени в продукте выявляются опасные свойства, он исключается с рынка.

Право выбора: даже если ГМО получает разрешение на культивирование или распространение, потребители, фермеры и предпринимательство должны иметь право выбора — использовать его или нет. Это означает, что в перспективе должна существовать возможность производить продукцию без использования генной инженерии.

Обеспечение принципа права выбора возможно при условии соблюдения двух правил:

Маркировка: самый важный способ для обеспечения права выбора. Где бы и каким образом ГМО не использовали, он должен быть ясно промаркирован. В таком случае потребитель имеет возможность сделать осознанный выбор.

Отслеживание: маркировка так же необходима, даже если ГМО нельзя отследить в остаточном продукте. Это касается производителей и поставщиков продуктов. В этом случае они обязуются информировать потребителей путём выдачи ответственной документации относительно сырья.

Допуск для одной генно-модифицированной культуры в одной стране оценивается от 6 до 15 млн долларов США, сюда включены затраты на приготовление запроса, оценка молекулярных характеристик, состава и токсичности продукта, исследования на животных, характеристика белков на аллергенность, оценка агрономических качеств, разработка способов испытания, подготовка юридических документов для организации экспорта[37]. Затраты оплачивает лицо, подающее запрос на допуск.

Риски, связанные с ГМ продуктами питания

Основная статья: Исследования безопасности генетически модифицированных организмов

Риск для здоровья

Установить 100%-ю безопасность любых пищевых продуктов научно невозможно. Однако генетически-модифицированные продукты проходят подробные исследования, которые базируются на современных научных знаниях.

Не было зарегистрировано никаких сообщений о вредных эффектах в человеческой популяции от генетически модифицированных продуктов питания[38][39][40].

Существует научный консенсус[41][42][43][44], что имеющиеся в настоящее время продукты питания, полученные из ГМ-культур, не представляют большего риска для здоровья человека, чем обычные продукты питания[45][46][38][47][48], но каждый ГМ-продукт необходимо тестировать в каждом конкретном случае до его введения[49][50][51][52].

Пищевые аллергии, которые могут быть связаны с ГМО

У присутствующих сегодня на рынке таких продуктов не было обнаружено аллергических эффектов[49].

Одним из возможных рисков употребления генетически модифицированной еды рассматривается её потенциальная аллергенность. Когда в геном растения встраивают новый ген, конечным результатом является синтез в растении нового белка, который может быть новым в диете. В связи с этим невозможно определить аллергенность продукта, базируясь на прошлом опыте. Теоретически каждый протеин — потенциальный триггер аллергической реакции, если на его поверхности есть специфические места связи к антителу IgE. Антитела, являющиеся специфическими для конкретного антигена, производятся в организме индивидуума, чувствительного к аллергену. Чувствительность к аллергенам часто зависит от генетической предрасположенности, поэтому расчёты аллергического потенциала невозможно сделать с 100%-й точностью. Новые потенциальные аллергены формируются так же в сортах конвенционной селекции, но отследить подобные аллергены очень сложно, кроме того процедура допуска конвенционных сортов к анализу на аллергенность не предусматривается[источник не указан 699 дней].

Каждый генно-модифицированный сорт, перед тем как попасть к потребителю, проходит процедуру оценки его аллергенного потенциала. Тесты предусматривают сравнение белковой последовательности с известными аллергенами, стабильность белка во время переваривания, тесты при помощи крови от чувствительных к аллергенам индивидуумов, тесты на животных[53].

В случае, если продукт в процессе разработки демонстрирует аллергические свойства, запрос на коммерциализацию может быть отозван. Например, в 1995 году компания Pioneer Hi-Bred разрабатывала кормовую сою с повышенным содержанием аминокислоты метионина. Для этого использовали ген бразильского ореха, который, как со временем выяснилось, демонстрировал аллергические качества[54]. Разработка продукта остановлена, поскольку есть риск, что кормовая соя может случайно или в результате недобросовестных действий поставщика попасть на стол к потребителю[источник не указан 699 дней].

Другой пример потенциально-аллергенного продукта — кормовой сорт Bt-кукурузы «StarLink», разработанный Aventis Crop Sciences. Регулирующие органы США разрешили продажу семян «StarLink» с предостережением, что культура не должна использоваться для употребления человеком. Ограничение базировалось на тестах, которые продемонстрировали плохие пищеварительные качества белка. Несмотря на ограничение, семена кукурузы «StarLink» были найдены в продуктах питания. 28 человек обратились в медицинские учреждения с подозрением на аллергическую реакцию. Однако в центре контроля за заболеваниями США изучили кровь этих людей и пришли к выводу, что нет никаких доказательств повышенной чувствительности к белку Bt-кукурузы «StarLink»[55]. С 2001 года культивирование сорта прекращено. Мониторинг продемонстрировал, что с 2004 года никаких следов культивирования сорта не наблюдается[56].

В 2005 году австралийская компания CSIRO разработала пастбищный горох путём встраивания в него гена устойчивости к насекомым-вредителям, выделенного из фасоли[57]. Экспериментальные исследования показали аллергические поражения лёгких у мышей. Дальнейшая разработка этого сорта была немедленно прекращена[58]. При этом аллергическая реакция была предположительно связана с тем, что белок, синтезировавшийся в горохе, был не идентичен белку, который синтезировала фасоль, в связи с пострансляционной модификацией. Эксперименты 2013 года, проведённые другими исследователями, показали что аллергические реакции у некоторых видов мышей вызывали как трансгенные виды бобовых, так и нетрансгенная фасоль[57].

Токсичность, которая может быть связана с ГМО

Отдельные продукты генов, которые переносятся в организм генно-инженерными методами, могут быть вредными. В 1999 году опубликована статья Арпада Пустай (Árpád Pusztai), касающаяся токсичности генно-модифицированного картофеля для крыс. В картофель был встроен ген лектина из подснежника Galanthus nivalis с целью повысить стойкость картофеля к нематодам. Скармливание картофеля крысам продемонстрировало токсический эффект генно-модифицированного сорта[59]. Опубликованию данных предшествовал громкий скандал, поскольку результаты были представлены до экспертной оценки другими учёными. Предложенное Пустаем объяснение, что токсический эффект, скорее всего, вызвал не лектин, а способ переноса гена, не поддерживается большинством учёных, поскольку представленных в статье данных недостаточно для формулирования именно таких выводов. Разработка трансгенного картофеля с геном лектина прекращена.

Современная методология допуска трансгенных растений к использованию предусматривает химический анализ состава в сравнении с конвенционными продуктами и исследования на подопытных животных[53]. Отдельным предметом дискуссии является дизайн экспериментов на животных. Российский исследователь Ирина Ермакова провела исследование на крысах, которое, по её мнению, демонстрирует патологическое влияние генно-модифицированной сои на репродуктивные качества животных[60]. Поскольку данные широко обсуждались в мировой прессе, не будучи опубликованными в реферированных журналах, научная общественность рассмотрела результаты более тщательно[61]. Обзор шести независимых экспертов мирового уровня привёл к следующим выводам относительно этого опыта:

Результаты Ирины Ермаковой противоречат стандартизированным результатам других исследователей, которые работали с тем же самым сортом сои и не выявили токсического влияния на организм[62].

В своей работе Ермакова отметила, что получила трансгенную сою из Нидерландов, хотя отмеченная фирма не поставляет генно-модифицированную сою.

Использованные ГМО-продукты и контрольные образцы являются смесью оригинальных сортов.

Не было приведено доказательств, что контрольные образцы не содержат материал с модифицированными генами, также не показано, что модифицированная соя на 100 % трансгенная.

Отсутствует описание диет и составляющих рациона крыс.

Отсутствуют данные относительно питания отдельных особей, продемонстрированные данные касаются только групп особей.

Смертность в контрольной группе значительно превышала нормальную смертность крыс этой лабораторной линии. Также сниженный вес в контрольной группе указывает на недостаточный досмотр или недостаточное питание крыс, которое делает выводы исследователя нерелевантными.

В 2009 году опубликованы исследования Эрика Сералини, касающиеся оценки токсического влияния трансгенных сортов кукурузы NK 603, MON 810, MON 863 на здоровье крыс[63]. Авторы пересчитали собственными статистическими методами результаты кормления крыс, полученные «Монсанто» для сортов NK 603 и MON 810 в 2000 году и Covance Laboratories Inc для сорта MON 863 в 2001 году. Выводы свидетельствуют о гепатотоксичности употребления этих генно-модифицированных сортов, и поэтому привлекли пристальное внимание контролирующих органов.

EFSA GMO Panel выдвинула ряд критических замечаний к выбранному статистическому методу вычисления и выводам, приведённых в статье[64]:

Результаты представлены исключительно в виде процента отличий для каждой переменной, а не в их фактически измеряемых единицах.

Рассчитанные значения параметров токсикологических испытаний не связаны с диапазоном нормального распределения для исследуемых видов.

Рассчитанные значения токсикологических параметров не сравнивались с нормальным распределением у подопытных животных, которые кормились разными рационами.

Статистически достоверные отличия не связаны с дозами.

Несоответствия между статистическими аргументами Сералини и результатами этих трёх исследований кормления животных, связанные с патологией органов, гистопатологией и гистохимией.

EFSA пришли к выводу, что результаты, продемонстрированные Сералини, не дают оснований для пересмотра предыдущих выводов про безопасность пищевых продуктов, полученных для трансгенных сортов кукурузы NK 603, MON 810 та MON 863.

Вышедший в 2013 году обзор 1783 исследований, сделанных в период с 2003 по 2013 год и затрагивавших разные аспекты безопасности ГМ-культур, делает вывод об отсутствии научных свидетельств токсичности ГМ-культур. https://ru.wikipedia.org/wiki

**Контрольные вопросы:**

1.Генетически модифицированная пища.

2.Способы проверки на наличие ГМО

3.Безопасность продуктов.

4.Риски, связанные с ГМ продуктами питания.

5. Технология рекомбинантной ДНК.

6. Пищевые риски – биологическая безопасность продуктов питания.

7. Картахенский протокол биобезопасности.

**Лекция 7**

**Устойчивое развитие сельского хозяйства в ликвидации голода и нищеты.**

**Перспективы и недостатки применения методов генной инженерии.**

*Цель занятия –* ознакомление студентов с проектом ООН «Устойчивое развитие сельского хозяйства в ликвидации голода и нищеты».

ООН Цель 2: Ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности и улучшение питания и содействие устойчивому развитию сельского хозяйства.

После десятилетий неуклонного сокращения, число людей, страдающих от голода, — измеряемое по распространенности недоедания, — в 2015 году начало вновь медленно расти. По текущим оценкам, в мире голодают почти 690 миллионов человек, или 8,9 процента населения мира — что составило рост на 10 миллионов человек за один год и почти 60 миллионов за пять лет.

Мир не в состоянии достичь цели «Нулевой голод» к 2030 году. Если тенденции сохранятся, то к 2030 году число людей, страдающих от голода, превысит 840 миллионов.

По данным Всемирной продовольственной программы, 135 миллионов человек страдают от голода, в основном из-за антропогенных конфликтов, изменения климата и экономического спада. В настоящее время пандемия COVID-19 может удвоить это число, что поставит под угрозу еще 130 миллионов человек, страдающих от голода, к концу 2020 года.

С учетом того, что более четверти миллиарда человек потенциально находятся на грани голода, необходимо принять оперативные меры для обеспечения продовольственной и гуманитарной помощи районам, подвергающимся наибольшему риску.

В то же время необходимо коренным образом изменить глобальную продовольственную и сельскохозяйственную систему, с тем чтобы мы могли прокормить более 690 миллионов человек, которые сегодня голодают, и еще 2 миллиарда человек к 2050 году. Повышение производительности сельского хозяйства и устойчивое производство продовольствия имеют решающее значение для сокращения опасности голода.

Иску́сственный интелле́кт (ИИ; англ. artificial intelligence, AI) — свойство искусственных интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека (не следует путать с искусственным сознанием); наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ.Искусственный интеллект связан со сходной задачей использования компьютеров для понимания человеческого интеллекта, но не обязательно ограничивается биологически правдоподобными методами.

*Происхождение и смысл термина.*

Процитированное в преамбуле определение искусственного интеллекта, данное Джоном Маккарти в 1956 году на семинаре в Дартмутском университете, не связано напрямую с пониманием интеллекта у человека. Согласно Маккарти, исследователи вольны использовать методы, которые не наблюдаются у людей, если это необходимо для решения конкретных проблем.

Поясняя своё определение, Джон Маккарти указывает: «Проблема состоит в том, что пока мы не можем в целом определить, какие вычислительные процедуры мы хотим называть интеллектуальными. Мы понимаем некоторые механизмы интеллекта и не понимаем остальные. Поэтому под интеллектом в пределах этой науки понимается только вычислительная составляющая способности достигать целей в мире».

В то же время существует и точка зрения, согласно которой интеллект может быть только биологическим феноменом. В английском языке словосочетание artificial intelligence не имеет антропоморфной окраски, которую оно приобрело в традиционном русском переводе: слово intelligence в используемом контексте скорее означает «умение рассуждать разумно», а вовсе не «интеллект» (для которого есть английский аналог intellect).

Даются следующие определения искусственного интеллекта:

Научное направление, в рамках которого ставятся и решаются задачи аппаратного или программного моделирования тех видов человеческой деятельности, которые традиционно считаются интеллектуальными.

Свойство интеллектуальных систем выполнять функции (творческие), которые традиционно считаются прерогативой человека. При этом интеллектуальная система — это техническая или программная система, способная решать задачи, традиционно считающиеся творческими, принадлежащие конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы. Структура интеллектуальной системы включает три основных блока — базу знаний, решатель и интеллектуальный интерфейс, позволяющий вести общение с ЭВМ без специальных программ для ввода данных.

Направление в информатике и информационных технологиях, задачей которого является воссоздание с помощью вычислительных систем и иных искусственных устройств разумных рассуждений и действий.

Способность системы правильно интерпретировать внешние данные, извлекать уроки из таких данных и использовать полученные знания для достижения конкретных целей и задач при помощи гибкой адаптации.

Одно из частных определений интеллекта, общее для человека и «машины», можно сформулировать так: «Интеллект — способность системы создавать в ходе самообучения программы (в первую очередь эвристические) для решения задач определённого класса сложности и решать эти задачи».

*Предпосылки развития науки искусственного интеллекта*

История искусственного интеллекта

История искусственного интеллекта как нового научного направления начинается в середине XX века. К этому времени уже было сформировано множество предпосылок его зарождения: среди философов давно шли споры о природе человека и процессе познания мира, нейрофизиологи и психологи разработали ряд теорий относительно работы человеческого мозга и мышления, экономисты и математики задавались вопросами оптимальных расчётов и представления знаний о мире в формализованном виде; наконец, зародился фундамент математической теории вычислений — теории алгоритмов — и были созданы первые компьютеры.

Возможности новых машин в плане скорости вычислений оказались больше человеческих, поэтому в учёном сообществе зародился вопрос: каковы границы возможностей компьютеров и достигнут ли машины уровня развития человека? В 1950 году один из пионеров в области вычислительной техники, английский учёный Алан Тьюринг, пишет статью под названием «Может ли машина мыслить?»[9]. В ней он описывает процедуру, получившую название теста Тьюринга, которая позволит определить момент, когда машина сравняется в плане разумности с человеком.

История развития искусственного интеллекта в СССР и России

Российская империя

Коллежский советник Семён Николаевич Корсаков (1787—1853) ставил задачу усиления возможностей разума посредством разработки научных методов и устройств, перекликающуюся с современной концепцией искусственного интеллекта, как усилителя естественного.

В 1832 году С. Н. Корсаков опубликовал описание пяти изобретённых им механических устройств, так называемых «интеллектуальных машин», для частичной механизации умственной деятельности в задачах поиска, сравнения и классификации. В конструкции своих машин Корсаков впервые в истории информатики применил перфорированные карты, игравшие у него своего рода роль баз знаний, а сами машины по существу являлись предтечами экспертных систем.

*Подходы к пониманию проблемы*

Единого ответа на вопрос, чем занимается искусственный интеллект, не существует. Почти каждый автор, пишущий книгу об искусственном интеллекте, отталкивается в ней от какого-либо определения, рассматривая в его свете достижения этой науки.

В философии не решён вопрос о природе и статусе человеческого интеллекта. Нет и точного критерия достижения компьютерами «разумности», хотя на заре искусственного интеллекта был предложен ряд гипотез, например, тест Тьюринга или гипотеза Ньюэлла — Саймона. Поэтому, несмотря на наличие множества подходов как к пониманию задач искусственного интеллекта, так и созданию интеллектуальных информационных систем, можно выделить два основных подхода к разработке искусственного интеллекта:

нисходящий (англ. Top-Down AI), семиотический — создание экспертных систем, баз знаний и систем логического вывода, имитирующих высокоуровневые психические процессы: мышление, рассуждение, речь, эмоции, творчество и тому подобные;

восходящий (англ. Bottom-Up AI), биологический — изучение нейронных сетей и эволюционных вычислений, моделирующих интеллектуальное поведение на основе биологических элементов, а также создание соответствующих вычислительных систем, таких как нейрокомпьютер или биокомпьютер.

Последний подход, строго говоря, не относится к науке об искусственном интеллекте в смысле, данном Джоном Маккарти, — их объединяет только общая конечная цель.

Контрольные вопросы:

1. Ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности и улучшение питания, и содействие устойчивому развитию сельского хозяйства.

2. Искусственный интеллект.