

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

НОВЫЕ АГРОЛЕСОВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Агролесоводство — это система выращивания сельскохозяйственных культур и разведения скота одновременно с ведением различных форм лесного хозяйства (сбор, выращивание недревесных, лекарственных и пищевых продуктов) на лесных или закустаренных землях. Возникающие при этом эффекты способствуют повышению ресурсоэффективности, монетизации экосистемных услуг, диверсификации видов деятельности, более полному использованию потенциала производства биомассы. Для России, как для страны с обширными лесными площадями, зачастую используемыми неоптимальным образом, задача распространения агролесоводческих систем крайне актуальна. Применение таких технологий позволит повысить экономический потенциал лесных территорий, качество почвы и воды, а также снизить объем выбросов углекислого газа в атмосферу Земли.

В настоящем выпуске описаны перспективные технологии, необходимые для поддержания продовольственной и экологической безопасности страны, увеличения эффективности лесопользования: роботизированные системы с роевым интеллектом, генномодифицированные породы деревьев, системы автоматической лесоинвентаризации.

Трендлetter выходит 1–2 раза в месяц.

Каждый выпуск посвящен одной теме:

- Медицина и здравоохранение
- **Рациональное природопользование**
- Информационно-коммуникационные технологии
- Новые материалы и нанотехнологии
- Биотехнологии
- Транспортные средства и системы
- Энергоэффективность и энергосбережение

Мониторинг глобальных технологических трендов проводится Институтом статистических исследований и экономики знаний Высшей школы экономики (issek.hse.ru) в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

При подготовке трендлetterа использовались следующие источники:

Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации до 2030 года (prognoz2030.hse.ru), материалы научного журнала «Форсайт» (foresight-journal.hse.ru), данные Web of Science, Orbit, WIPO, fao.org, rosleshoz.gov.ru, fwagsw.org.uk, biosicherheit.de, beejournal.ru, seas.harvard.edu, networkworld.com, marketsandmarkets.com, globaljusticeecology.org, technologyreview.com, polymus.ru, motherboard.vice.com, syngenta.com, rsbl.royalsocietypublishing.org, mindfully.org, bellona.ru, biorosinfo.ru, correct-food.com, cleandex.ru, prnewswire.com, researchandmarkets.com и др.

Более детальную информацию о результатах исследования можно получить в ИСИЭЗ НИУ ВШЭ: issek@hse.ru, +7 (495) 621-82-74.

Над выпуском работали:

Ирина Логинова, Юлия Мильшина, Илья Кузьминов, Лилия Кисилева, Алина Валинурова, Елена Гутарук, Владимир Пучков.

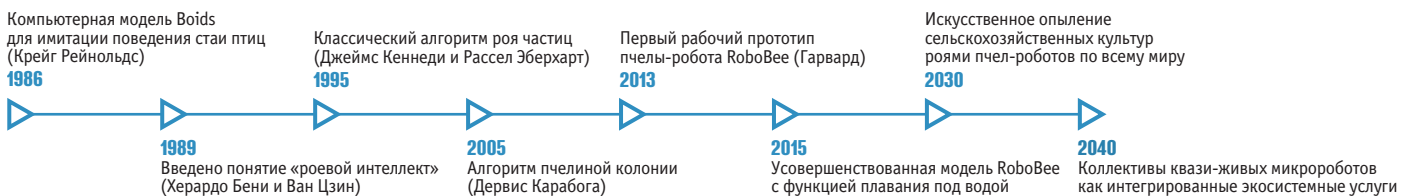
© Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2017

РОИ ПЧЕЛ-РОБОТОВ

Сельское хозяйство зависит от медоносных пчел, которые опыляют порядка 94% диких видов растений и 75% видов сельскохозяйственных культур. Из-за антропогенного воздействия, специфических инфекционных заболеваний и иных причин численность медоносных пчел быстро сокращается во всем мире (на 12% только за 2015–2016 гг.). В США в 2003–2013 гг. погибло 90% популяции дикой и 80% домашней пчелы. В России численность пчел за последние 10 лет сократилась на 40%. При сохранении данной тенденции пчелы могут исчезнуть как вид уже к 2035 г., что повлечет за собой невозможность разведения до 35% важнейших агрокультур и в целом вызовет глобальную экологическую катастрофу.

Если пчелы исчезнут, функцию опыления могут взять на себя рои беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в виде миниатюрных пчел-роботов. Ученые Гарвардского университета (США) разработали первый прототип бионического микродрона RoboBee, способного распылять пыльцу растений. Он умеет закрепляться на деревянных и стеклянных поверхностях при помощи электростатической адгезии, а продолжительность его непрерывного полета достигает до 30 минут. При дальнейшем усовершенствовании RoboBee сможет распознавать объекты (определенные цветы или насекомых-вредителей), вести мониторинг окружающей среды и выполнять другие задачи. Подобные разработки ведутся в научных центрах многих стран мира (в США, Японии, Великобритании, Польше и др.).

Технологическая эволюция: микроробототехника и роевой интеллект



Эффекты

- Повышение урожайности за счет увеличения количества опыленных растений
- Автоматизация сельскохозяйственных работ (удобрение растений, обработка урожая для защиты от вредителей)
- Использование пчел-роботов для исследования опасных территорий (например, загрязненных радиацией)
- Более эффективный мониторинг состояния окружающей среды, сбор информации о погоде и климате

Оценки рынка

более \$4 млрд

составит объем рынка сельскохозяйственных БПЛА к 2022 г.

Во второй половине 2020-х г. рынок микро-БПЛА с роевым интеллектом, замещающих медоносных пчел, может достичь нескольких сотен миллионов долларов. В случае усугубления проблемы гибели пчел этот рынок может получить еще более стремительное развитие и выйти на объемы в десятки миллиардов долларов в 2030-х гг. Стоимость экосистемных услуг, связанных с естественным опылением, оценивается на уровне \$200 млрд в год

Драйверы

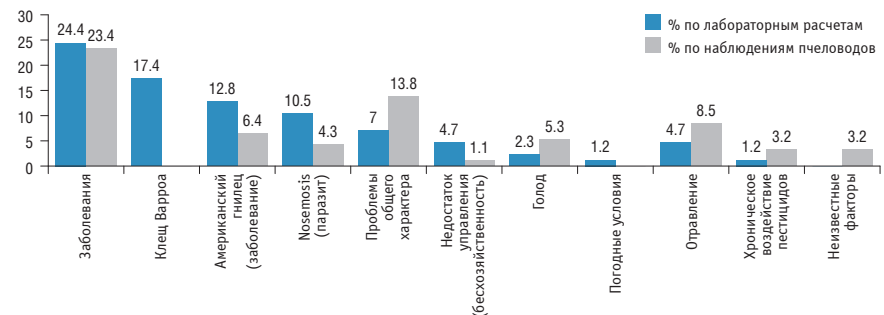
- ↑ Продолжение массовой гибели пчел из-за синдрома разрушения колоний и повышения устойчивости клещей Варроа, паразитирующих на медоносных пчелах
- ↑ Неэффективность традиционных способов искусственного опыления (ручной труд и т.п.)

Барьеры

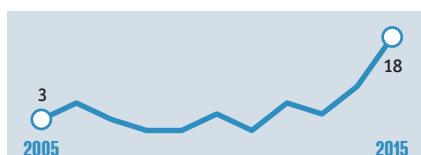
- ↓ Необходимость улучшения таких параметров, как скорость полета робота, надежность системы связи, а также достижение режима автономности (технологии искусственного интеллекта и миниатюрных аккумуляторов высокой емкости)
- ↓ Отсутствие готовых к практическому использованию информационных моделей для управления колониями, а не отдельными роботами

Структурный анализ:

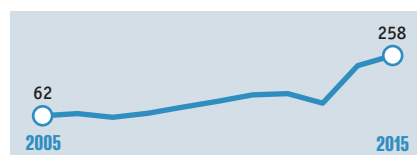
основные причины гибели пчел



Международные научные публикации



Международные патентные заявки



Уровень развития технологии в России

«Белые пятна» – существенное отставание от мирового уровня, отсутствие (или утрата) научных школ

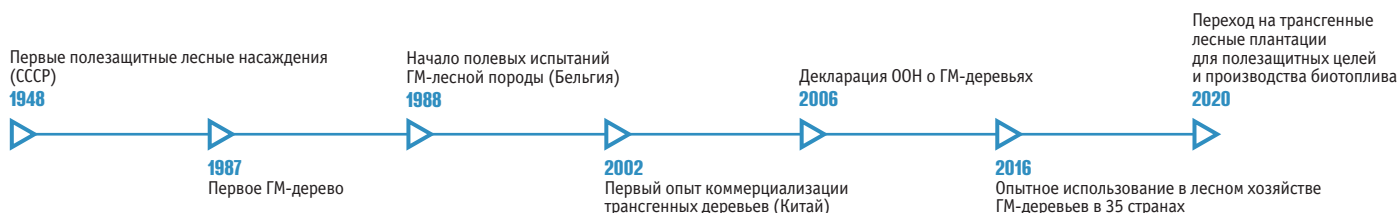
ЛЕСОПОЛОСЫ ИЗ ТРАНСГЕННЫХ ДЕРЕВЬЕВ

На пастбищных и пахотных землях часто высаживают защитные лесополосы, формируют специальные агролесоландшафты (путем облесения оврагов, балок, водоразделов). Это необходимо для того, чтобы из-за дефицита лесной растительности не происходило механической и воздушной эрозии почв, снижения степени увлажненности почвы. Подобные защитные лесные насаждения должны быть устойчивы к неблагоприятным природным факторам (экстремальным погодным условиям, насекомым-вредителям и др.), и срок их мелиоративного воздействия на сельхозугодья должен быть продолжительным.

Для решения этих задач ученые предлагают использовать достижения генной инженерии и создавать трансгенные (генетически-модифицированные — ГМ) деревья, растущие значительно быстрее, чем естественные породы. Генетические модификации используются также для наращивания биомассы деревьев, улучшения их агрономических характеристик и биобезопасности, выработки определенных веществ (например, подавляющих сельскохозяйственных вредителей).

В мире на стадии полевых испытаний находятся уже более 150 трансгенных форм деревьев (тополь, эвкалипт, сосна, ель, акация и др.) с новыми целевыми признаками. Начата коммерциализация трансгенного эвкалипта, устойчивого к заморозкам.

Технологическая эволюция: генетически-модифицированные породы деревьев



Эффекты

- Увеличение скорости роста деревьев по сравнению с естественными видами до 5 раз
- Повышение качества древесины за счет увеличения в ней количества целлюлозы
- Снижение расходов по уходу за плантациями трансгенных деревьев благодаря их устойчивости к гербицидам на \$350/га в год
- Эффект фиторемедиации: выведенные породы могут абсорбировать из почвы и воздуха техногенные токсичные вещества. Например, трансгенные быстрорастущие деревья извлекают трихлорэтилен в 100 раз эффективнее, чем обычные виды, и лучше поглощают углекислый газ

Оценки рынка

\$400 млрд
составляет оценочная стоимость ежегодного мирового урожая древесины
Рынок ГМ-деревьев пока находится на стадии формирования

Драйверы

- ↑ Отсутствие естественных пород деревьев, подходящих по всем параметрам для защитных лесополос
- ↑ Рост интереса к интегрированной защите растений в сельском хозяйстве

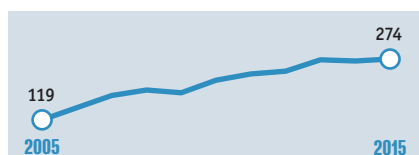
Барьеры

- ↓ Запрет на высадку ГМ-деревьев в России и других странах
- ↓ Риск появления так называемых «супервредителей» и высокоустойчивых «суперсорняков» в случае широкого распространения ГМ-деревьев
- ↓ Риск генетического загрязнения агроэкосистем вследствие горизонтального переноса генов через пыльцу и семена цветущих ГМ-деревьев

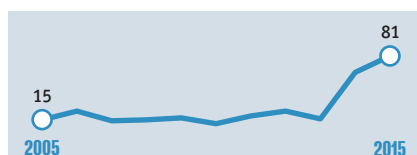
Структурный анализ: коммерческие выгоды от использования ГМ-пород деревьев (экспертный опрос FAO, % опрошенных)



Международные научные публикации



Международные патентные заявки



Уровень развития технологии в России



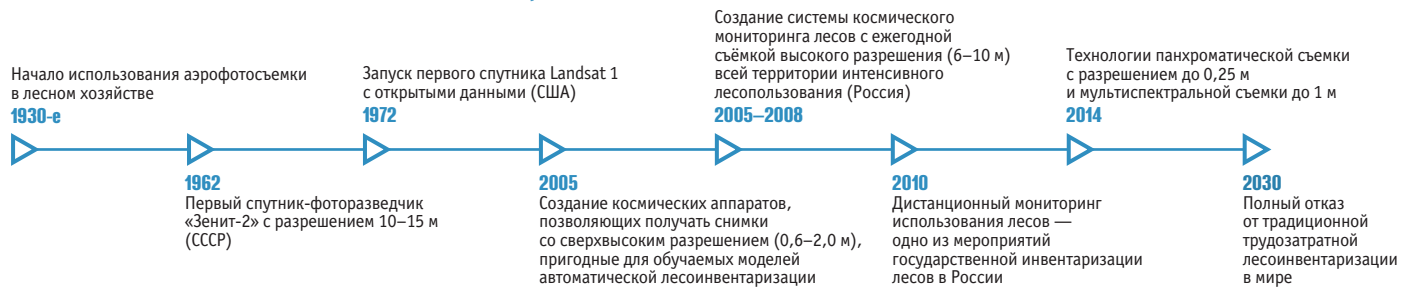
«Заделы» – наличие базовых знаний, компетенций, инфраструктуры, которые могут быть использованы для форсированного развития соответствующих направлений исследований

СВЕРХТОЧНЫЙ АВТОМАТИЧЕСКИЙ УЧЕТ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ

Традиционные методы лесоинвентаризации базируются на оценке так называемых «пробных площадей» — ограниченных участков лесных земель (радиусом ок. 8 м), на которых проводится пересчет деревьев. Метод имеет ряд недостатков: массовое непопадание пробных площадей в целевые страты, недостаточное число площадей из-за высокой стоимости работ и др. При значительных трудозатратах полученные результаты остаются ненадежными и быстро устаревают.

В последние годы внедряются методы инвентаризации на основе снимков дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) сверхвысокого разрешения и технологий распознавания образов и машинного обучения. Технологии позволяют произвести оценку состояния насаждений путем формирования базы эталонов типичных схем, а затем распространить (экстраполировать) результаты на все лесные насаждения. Таким образом производится оценка степени деградированности лесных насаждений, способности выполнять необходимые экосистемные функции. В результате в разы возрастает эффективность мониторинга состояния лесов и защитных лесополос, поиска оптимальных территорий для культивирования недревесных, пищевых и лекарственных продуктов леса (фруктов, ягод и орехов), наблюдения за ростом лесных плантаций на больших площадях и запасами грунтовых вод.

Технологическая эволюция: лесоинвентаризация



Эффекты

- Получение более достоверных данных
- Повышение эффективности борьбы с незаконной вырубкой лесов
- Рост ликвидности лесных насаждений из-за снижения риска некорректности данных для концессионеров / арендаторов
- Своевременное информирование о необходимости проведения лесохозяйственных мероприятий
- Увеличение эффективности агролесоводственных техник за счет смартизации и использования больших данных

Оценки рынка

\$12 млрд

к 2019 г. составит объем глобального рынка технологий ДЗЗ (темпы роста — до 8,8% в год)
Объем рынка сервисов ДЗЗ на 95% сконцентрирован в странах Северной Америки и Западной Европы. Россия занимает в этом сегменте незначительную долю — 0,2%
Снятие запрета на продажу снимков с разрешением более 20 дюймов (50,8 см) позволит расширить мировой рынок спутникового ДЗЗ на \$400 млн

Драйверы

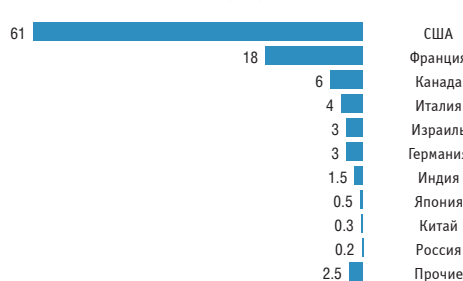
- ↑ Многочисленные недостатки традиционных систем государственной инвентаризации лесов, в том числе коррупционные риски
- ↑ Значительный ущерб от незаконной вырубки леса

Барьеры

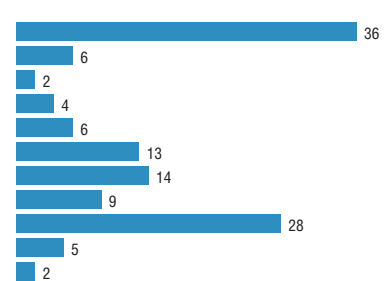
- ↓ Дороговизна наземных аппаратно-программных комплексов и космических аппаратов
- ↓ Необходимость дальнейшего повышения уровня разрешения снимков дистанционного зондирования Земли
- ↓ Нехватка кадров, обладающих необходимыми компетенциями для разработки и использования современных сложных самообучаемых информационных систем

Структурный анализ: распределение объема сервисов ДЗЗ между странами

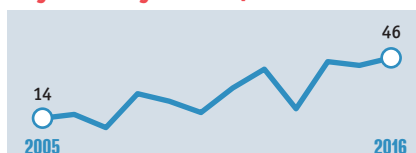
Доля рынка данных и продуктов ДЗЗ, %



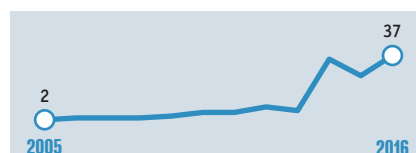
Общее количество спутников, ед.



Международные научные публикации



Международные патентные заявки



Уровень развития технологии в России

«Возможность альянсов» — наличие отдельных конкурентоспособных коллективов, осуществляющих исследования на высоком уровне и способных на равных сотрудничать с мировыми лидерами