



Разработка, производство и реализация мобильного гиперспектрального комплекса.

Владимир Чугунов

17 июня 2022



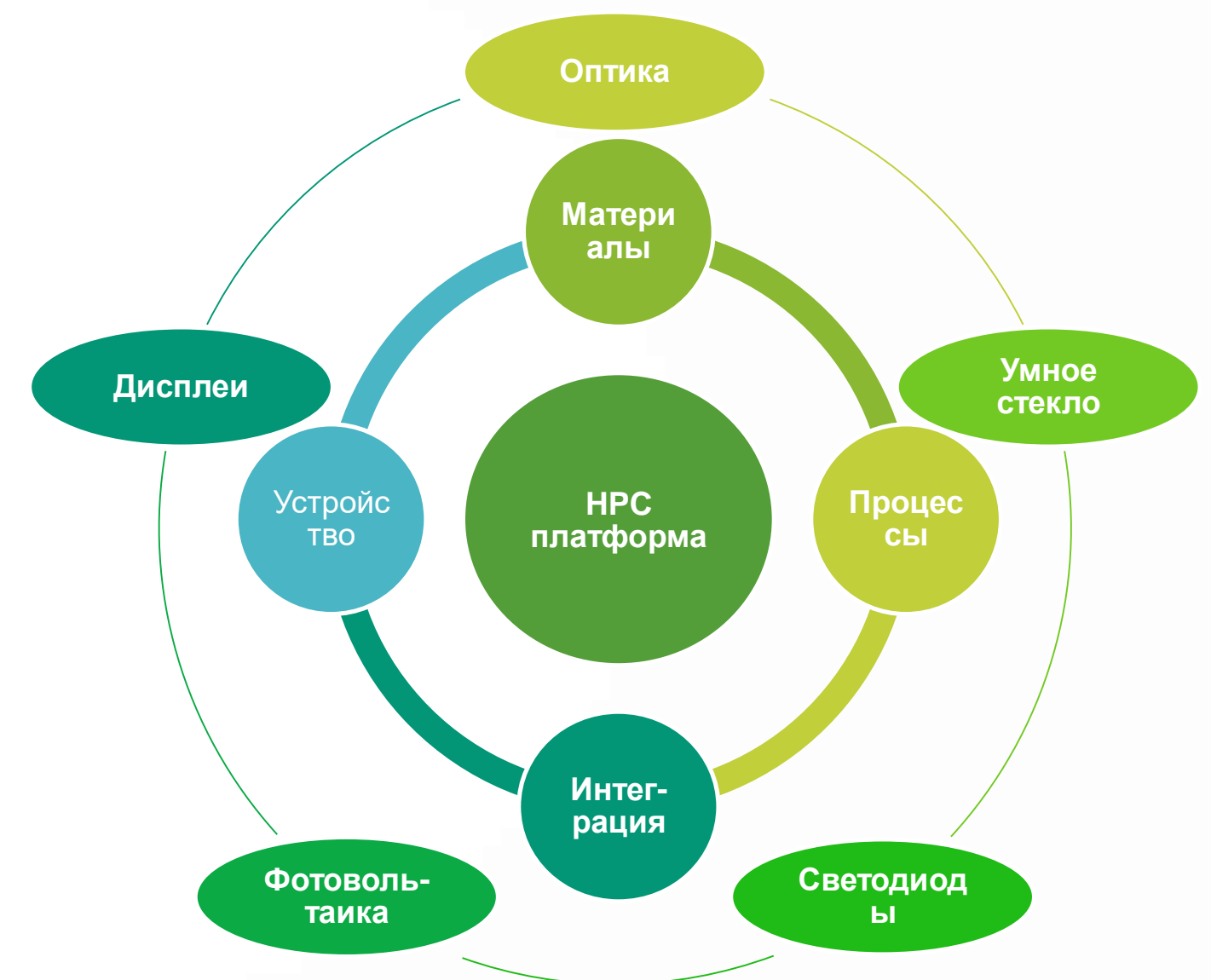
Основные факты

Comberry – комбинаторная платформа, обеспечивающая многократное ускорение R&D в сфере нанесения тонкопленочных покрытий методом PVD.

Проект был запущен в 2013 году и на сегодняшний день располагает следующими активами:

- **Высокопрофессиональная команда**, состоящая из шести инженеров-разработчиков, специализирующихся в электрохимии и физике твердых тел, технического директора с успешным опытом продаж технологических продуктов и директора по развитию бизнеса (директора компании) с богатым опытом создания и развития технологических стартапов.
- **Эффективная и уникальная платформа для комбинаторных исследований и разработок**, позволяющая сверх быстро осуществлять контрактные R&D.
- **Современное оборудование и программное обеспечение** производства компании Intermolecular (США).
- **Портфель уникальных технологий и интеллектуальной собственности**, готовый для масштабирования.

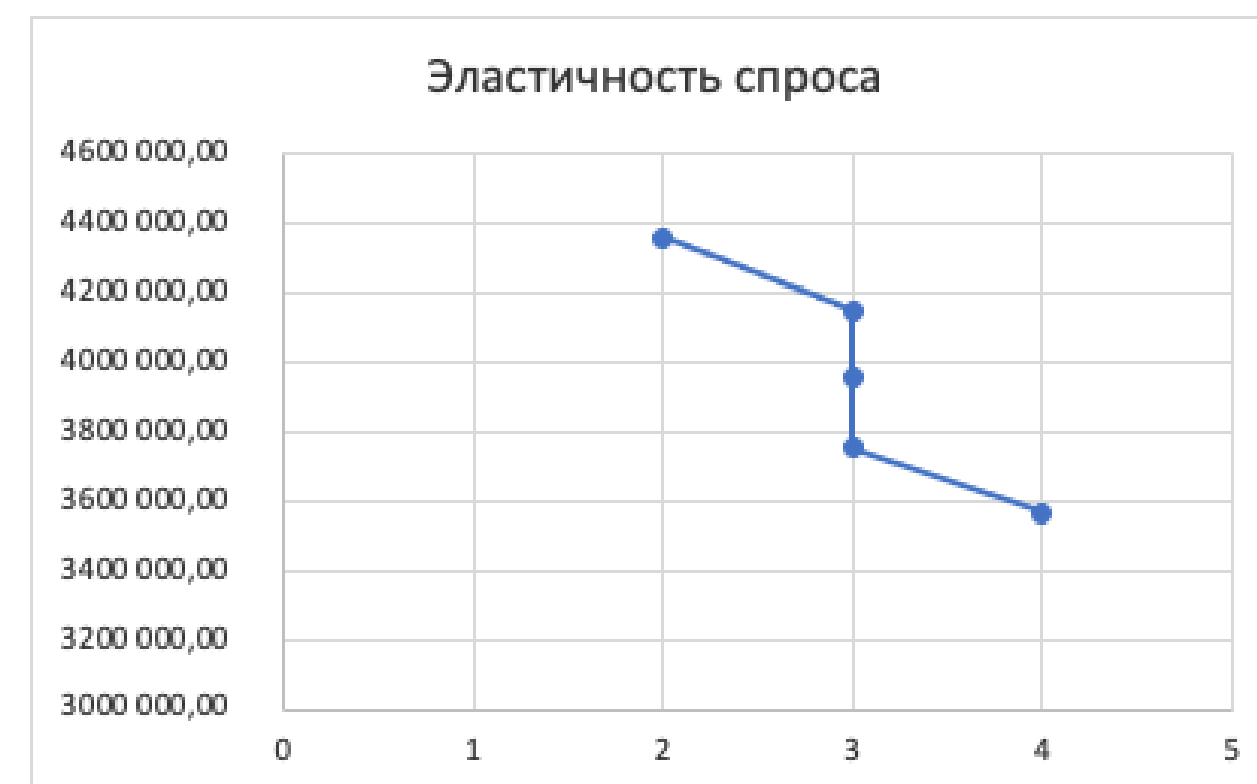
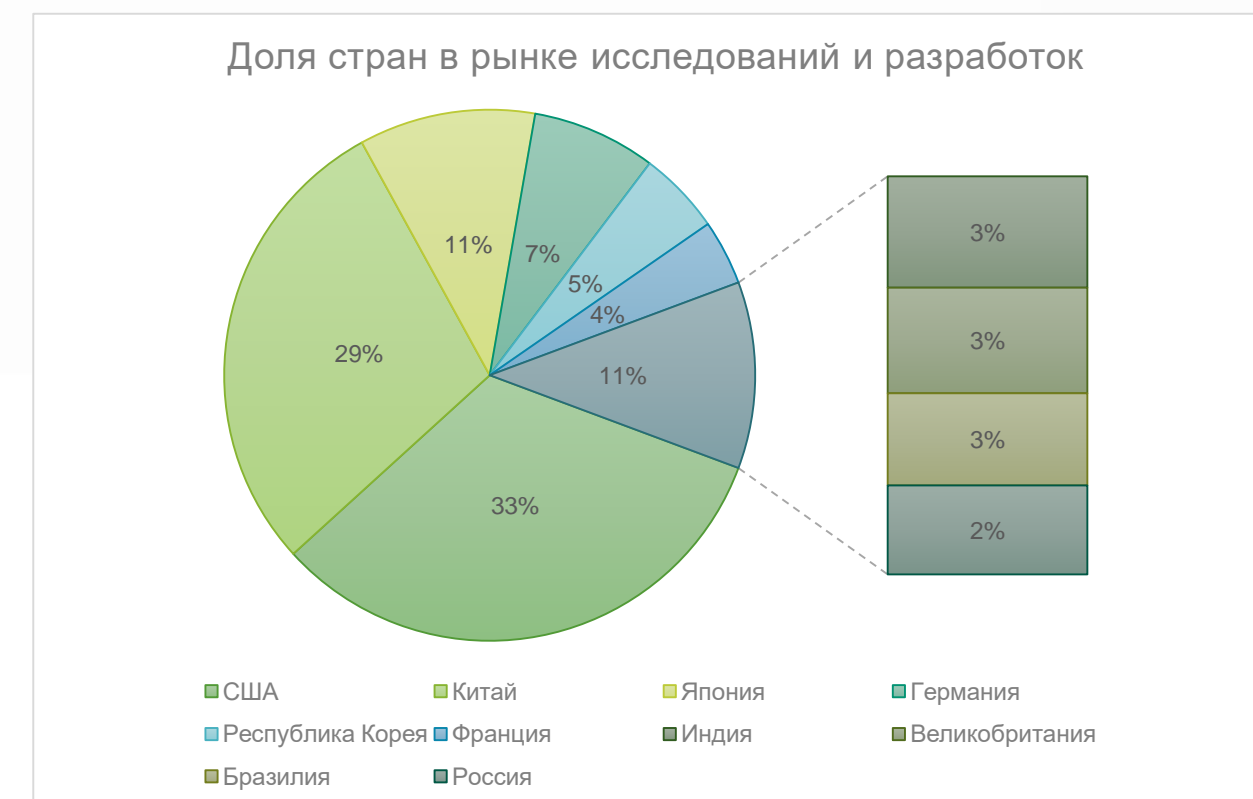
Сферы деятельности



В 2017 году IDtechEx присвоила спин-оффу Comberry звание самого перспективного стартапа среди стартап-компаний, занимающихся разработкой тонкопленочных устройств хранения энергии

Особенности научно-технической продукции (НТП) :

- **невозможность точного количественного измерения эффекта НТП** в момент внедрения и, как следствие, существует вероятность неудовлетворения ожиданий потребителей;
- наличие только качественных отличий между аналогами – **отсутствуют товары заменители**;
- каждый вид знания несет в себе научную информацию только ему принадлежащую, следовательно, и НТП, воплощающая в себе оригинальные знания, по своему содержанию специфична и неповторима – **уникальность товара**;
- любое научное знание **не имеет смысла производить более одного раза**, при этом потенциал его использования многогранен и во времени не ограничен – ограниченность предложения.
- НТП по своей природе является **рынком покупателя**.



Индекс Херфиндаля-Хиршмана $IHH = 2\,059,82$

Индекс концентрации $CR = 79,62\%$



Стратегии развития ООО «Комберри»

Продукт

Существующие

Новые

Рынки
Существующие
Новые

| | | |
|--|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> Услуги Комберри |
| | | <ul style="list-style-type: none"> Собственные продукты Комберри |

Стратегии роста ООО «Комберри»

Конкурентное преимущество

Низкие затраты

Дифференциация

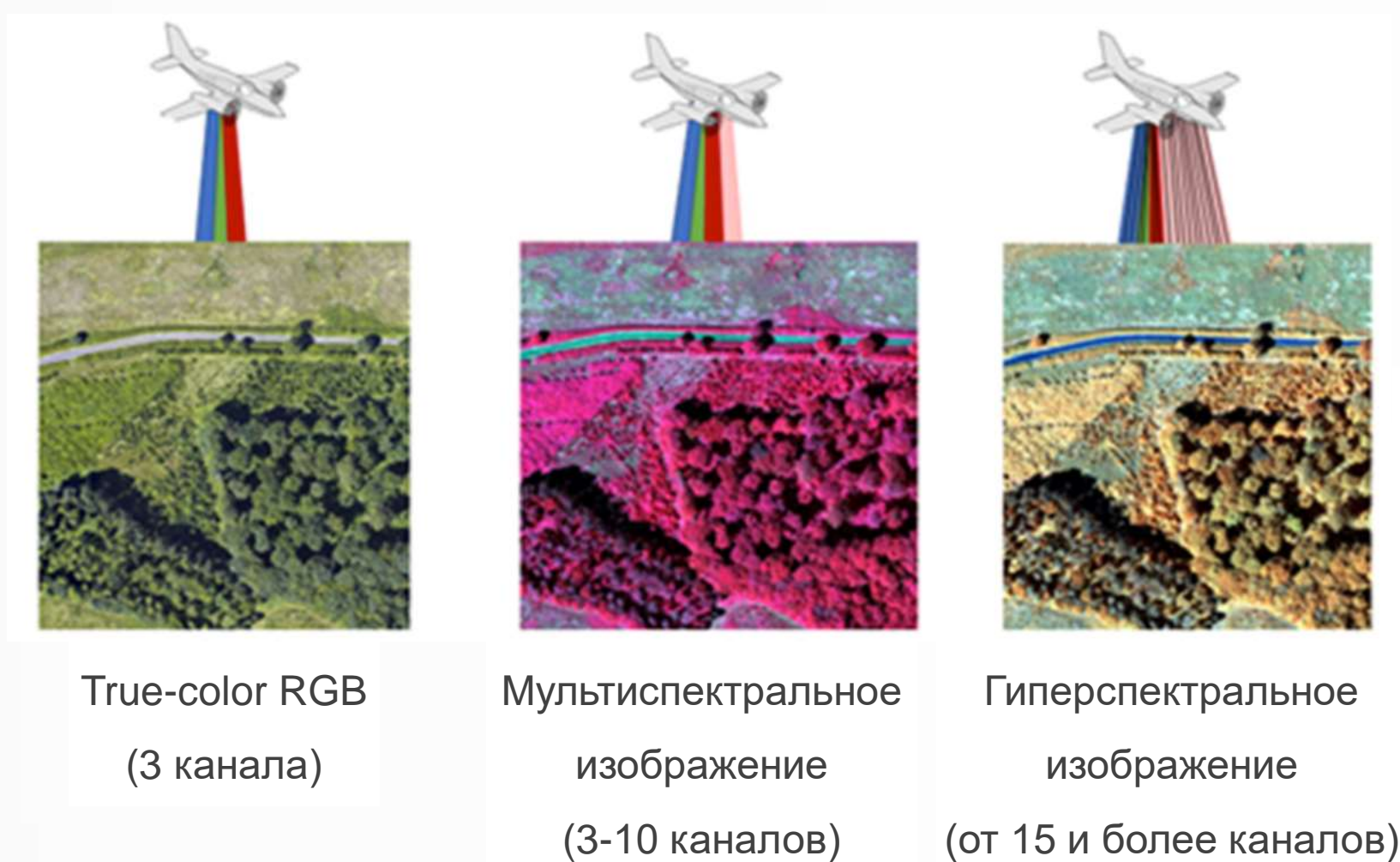
Масштаб конкуренции

Широкий
Узкий

| | | |
|--|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> Услуги Комберри Собственные продукты Комберри |
| | | |

Конкурентная стратегии ООО «Комберри»

Определение гиперспектральной съемки



- Каждый объект имеет **уникальную спектральную характеристику** излучения, что позволяет однозначно идентифицировать материалы, составляющие его структуру.
- Гиперспектральная съемка представляет собой **метод сбора и обработки информации** из различных участков электромагнитного спектра.
- Гиперспектральные сенсоры собирают информацию в виде **«пакетов» изображений**, при этом каждое изображение представляет определенную **область электромагнитного спектра** (спектральный канал).

Человеческое зрение, в основном ограничено тремя полосами электромагнитного спектра: красным, зеленым и синим. Используя собственное зрение, мы не можем определить мелкие детали в этих диапазонах, не говоря уже о том, что находится за пределами видимого диапазона, например, инфракрасного.

Цели проекта



- Проект направлен на **разработку, производство и реализацию мобильного маломассогабаритного полнокадрового гиперспектрального комплекса**, сочетающего возможности изображающей спектроскопии и высокоточной интегральной спектроскопии для массового использования в цифровом сельском хозяйстве.

Письмо о намерениях

Отдел сельскохозяйственной мелиорации федерального государственного бюджетного научного учреждения «Российского научно-исследовательского института проблем мелиорации» (ФГБУ «РосНИИПМ») подтверждает свою заинтересованность в проекте «Разработка мобильного маломассогабаритного полнокадрового гиперспектрального комплекса на основе систем «на кристалле».

В случае успешной реализации проекта он позволит создать в России уникальное производство комплексов на базе оптических приборов для получения полнокадровых гиперспектральных снимков и их анализа, что позволит решать разнообразные задачи в промышленности, медицине и сельском хозяйстве. Например, он дает возможность дистанционно определять влажность почвы, содержание в ней удобрений, проводить быстрый мониторинг применения пестицидов, проводить мониторинг сельскохозяйственных угодий в целях раннего предупреждения вспышек заболеваний. Другое применение в сельском хозяйстве – обнаружение животных белков в комбикормах, чтобы избежать бычьей губчатой энцефалопатии.

Также гиперспектральный комплекс можно монтировать на аппаратуру беспилотных летательных аппаратов для выполнения различных задач дистанционного зондирования Земли.


Отдел СхМ ФГБУ «РосНИИПМ» заинтересован в его развитии и считает его финансово-привлекательным, а также готов содействовать в его реализации.

Начальник отдела СхМ
ФГБУ «РосНИИПМ»,
ведущий научный сотрудник,
доктор с.-х. наук

Александр Николаевич Бабичев

Александр
Николаевич
Бабичев

*Образцы Бабичева А.Н., г.Воронеж
Ручный опечатан по программе
Миниф Машинная Д.В.*



«Отдел СхМ «РосНИИПМ» заинтересован в развитии проекта и считает его финансово-привлекательным, а также готов содействовать в его реализации.»

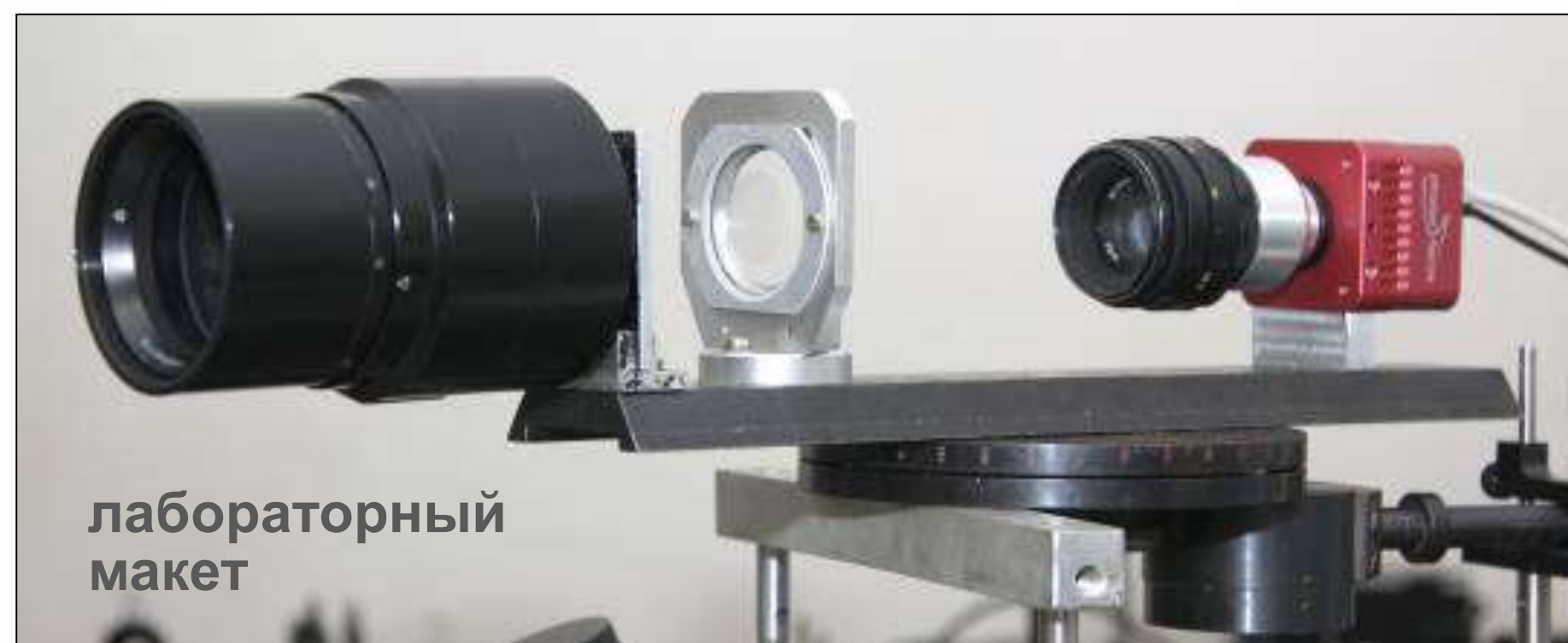
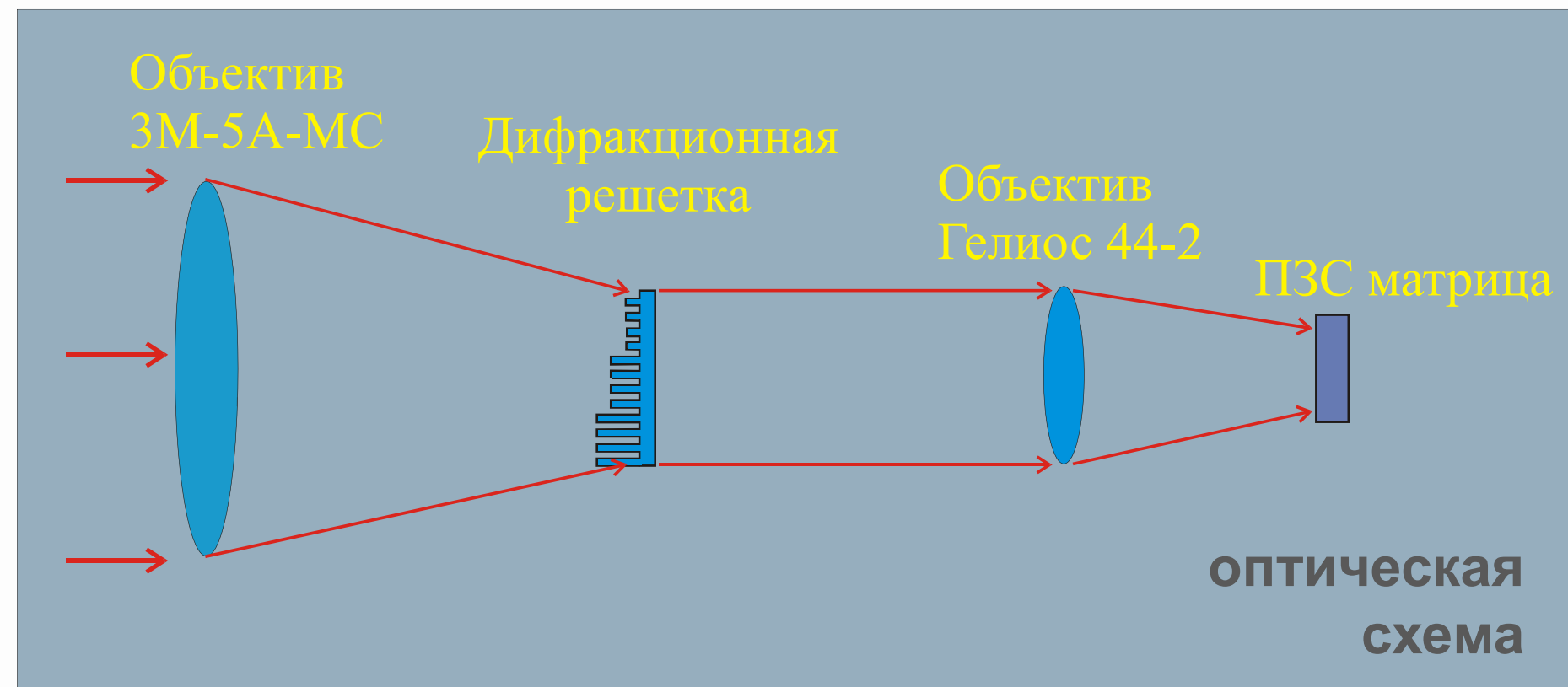
Лабораторный прототип гиперспектрометра

Характеристики:

- Диапазон длин волн – от 0,4 до 1,05 мкм.
- Число спектральных каналов – до 230.
- Спектральное разрешение – до 3 нм.
- Энергопотребление – <18 Вт.



дифракционная решетка с переменной высотой штрихов



Команда проекта



Владимир ЧУГУНОВ
РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА
магистр техники и технологии ЭС

Осуществлял разработку и адаптацию технологических решений проектных компаний Ульяновского наноцентра. В 2014 году проходил стажировку в компании Intermolecular, Inc., США по технологиям создания тонких пленок вакуумным и жидкофазным методами. Является автором многих технологических решений и изобретений в области тонкопленочных покрытий. Является сертифицированным специалистом по управлению проектами (диплом Академии управления и экономики Бад-Гарцбурга AFW, Германия).



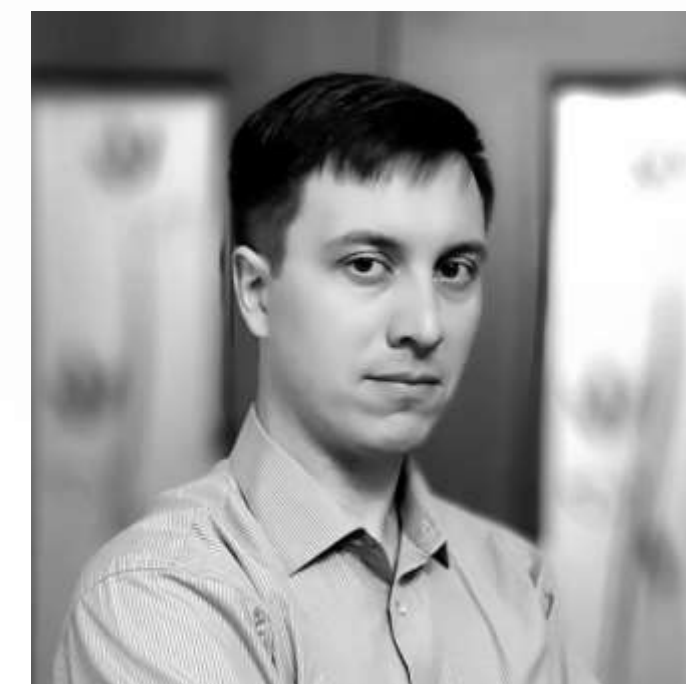
Вероника БЛАНК
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ,
к.ф.-м.н.

Обладает специальными знаниями в области дифракционной оптики и спектроскопии. Имеет опыт в разработке гиперспектрального оборудования, а именно компактных изображающих гиперспектрометров. Также занимается обработкой и анализом результатов исследований. Автор 17 работ, индексируемых Scopus.



Сергей ФОМЧЕНКОВ
ИНЖЕНЕР-ИССЛЕДОВАТЕЛЬ
Магистр по направлению "Прикладная математика и физика"

Обладает специальными знаниями в области дифракционной оптики и технологии изготовления дифракционных оптических элементов. Имеет опыт в разработке гиперспектрального оборудования, а именно проектировании и изготовлении оптических компонентов. Автор многочисленных публикаций.



Михаил ЕРМАКОВ
ИНЖЕНЕР-ИССЛЕДОВАТЕЛЬ
к.ф.-м.н.

Обладает специальными знаниями в области сложных полупроводниковых структур и многослойных оптических тонкопленочных покрытий. Имеет опыт создания упорядоченных тонкопленочных структур, а также разработки различных автоматизированных измерительных устройств. Автор многочисленных публикаций и полезных моделей.

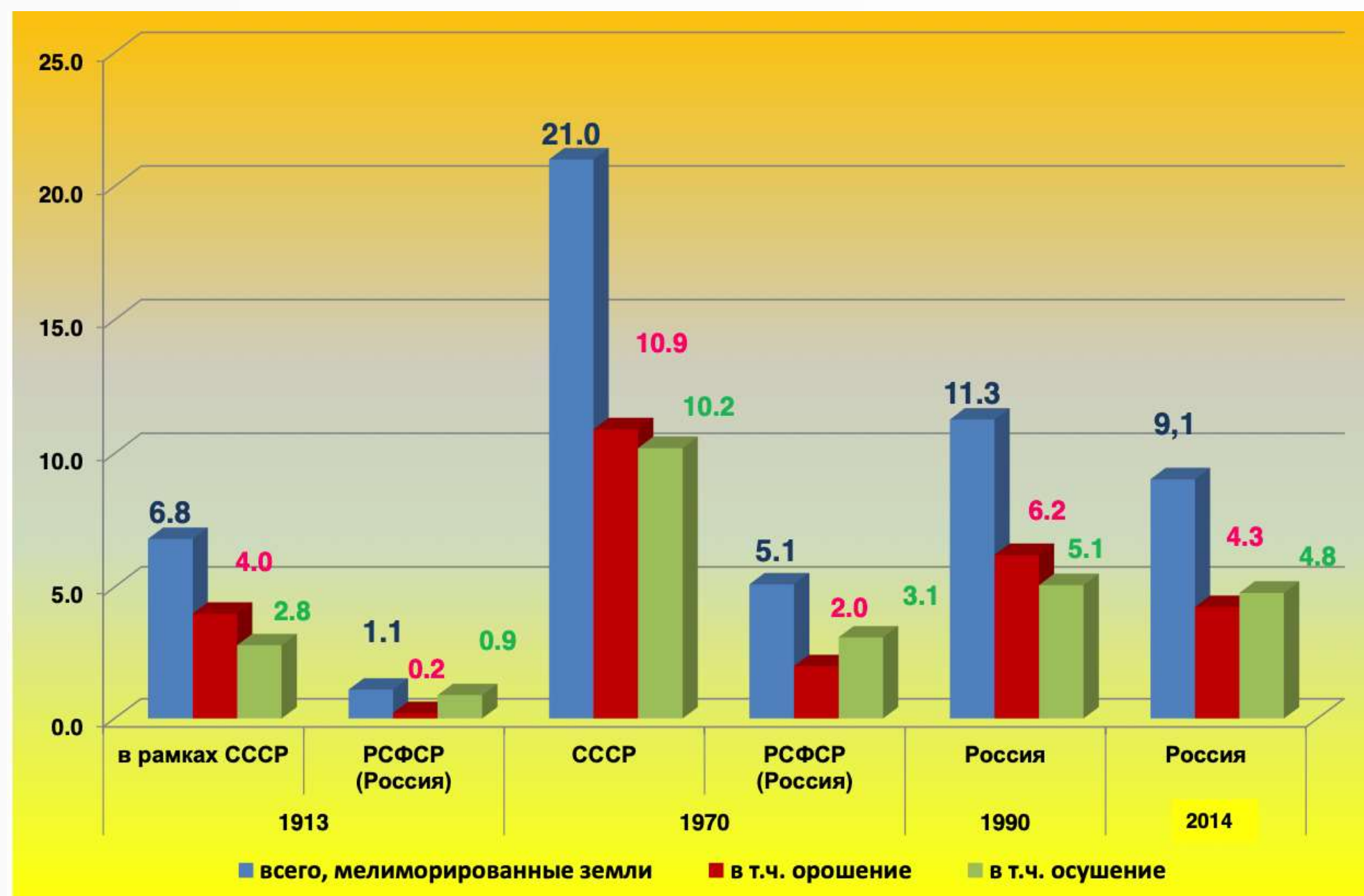
Потребительские сегменты

Потребительские сегменты для гиперспектральной съемки:



- Сельское хозяйство
- Производство и контроль качества продуктов питания
- Лесное хозяйство
- Геология, геологоразведка и картография
- Искусство и культурное наследие, включая реставрацию предметов искусства
- Машинное зрение
- Медицина
- Антитеррор и криминалистика

Гиперспектральная съемка для сельского хозяйства



Наличие мелиоративных земель в России 1913-2014 годы

Доклад В.Н. Щедрина «СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПУТИ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАЦИИ В РОССИИ»

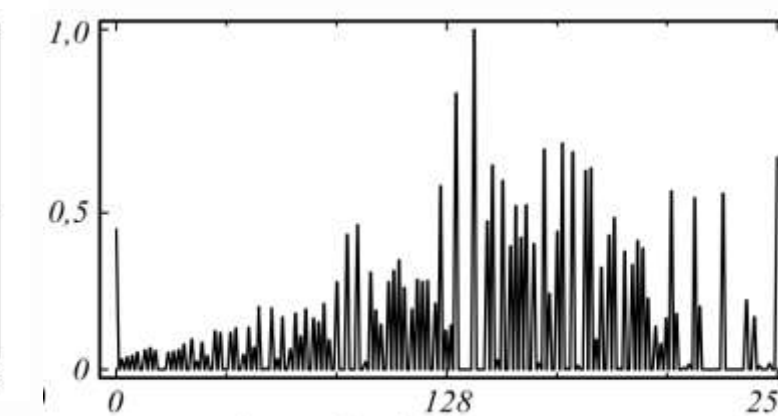
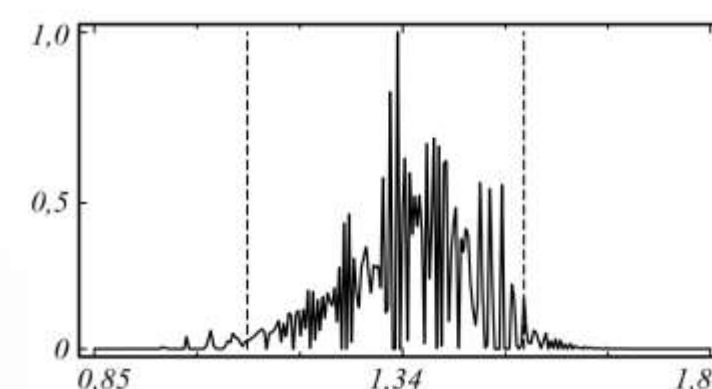
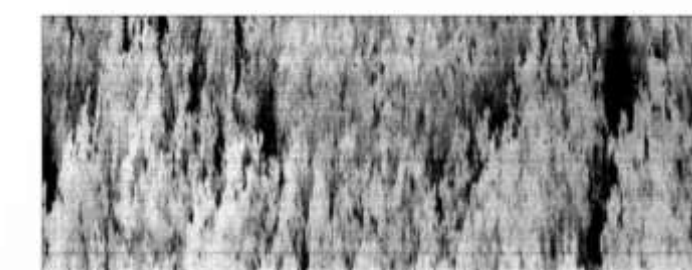
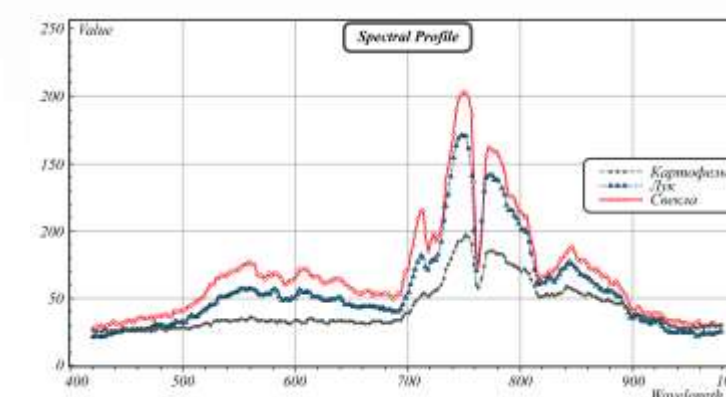
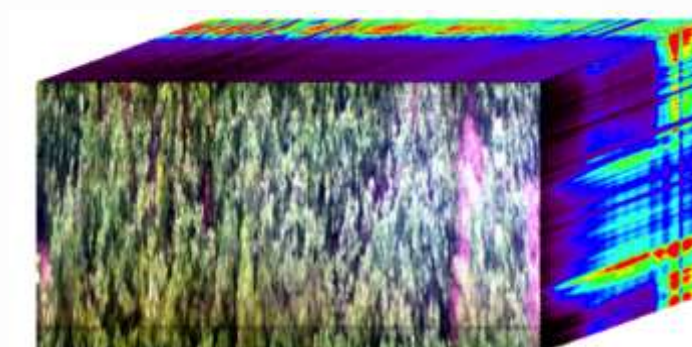
«... в России **основная масса земель находится в зоне рискованного земледелия**, где без мелиорации невозможно получать гарантированные урожаи сельскохозяйственных культур и обеспечить продовольственную безопасность страны».

Академик В. Н. Щедрин (Мелиорация водного хозяйства. 2003. No 3)

Тема 20-69-47110 «**Система мониторинга сельскохозяйственных показателей в видимом, инфракрасном и гиперспектральном режимах съемки**» вошла в перечень проектов, поддержанных по итогам конкурса 2020 года на получение грантов Российского научного фонда. В конкурсе приняли участие и победили сотрудники ФГБНУ «РосНИИПМ» и ФГАОУВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»

- Участниками проекта были **разработаны программные средства** для расчета и моделирования спектральных фильтров и изготовлены гиперспектральные системы на основе дифракционных и интерференционных компонентах оптик.
- Участниками проекта была **проанализирована возможность определения влажности** на основе использования спектральных распределений в диапазоне длин волн до 1 мкм, а также рассмотрена возможность использования изображающих гиперспектрометров для точного земледелия.

Разработка качественного, конкурентоспособного продукта позволит занять практически свободную нишу рынка мобильных полнокадровых гиперспектральных устройств.



В. В. Подлипнов, В. Н. Щедрин, А. Н. Бабичев, С. М. Васильев, В. А. Бланк, "Экспериментальное определение влажности почвы по гиперспектральным изображениям", *Компьютерная оптика*, 42:5 (2018), 877–884

Анализ макроокружения (СТЭЭП факторы)

Социальные:

- демография
- дефицит высококвалифицированных кадров

Технологические:

- появление новых гиперспектральных камер и услуг
- появление новых средств измерения
- появление мощных вычислительных систем, в т.ч. мобильных
- появление новых объектов исследований – расширение горизонта для гиперспектральных камер
- появление более быстрых способов передачи данных

Экономические:

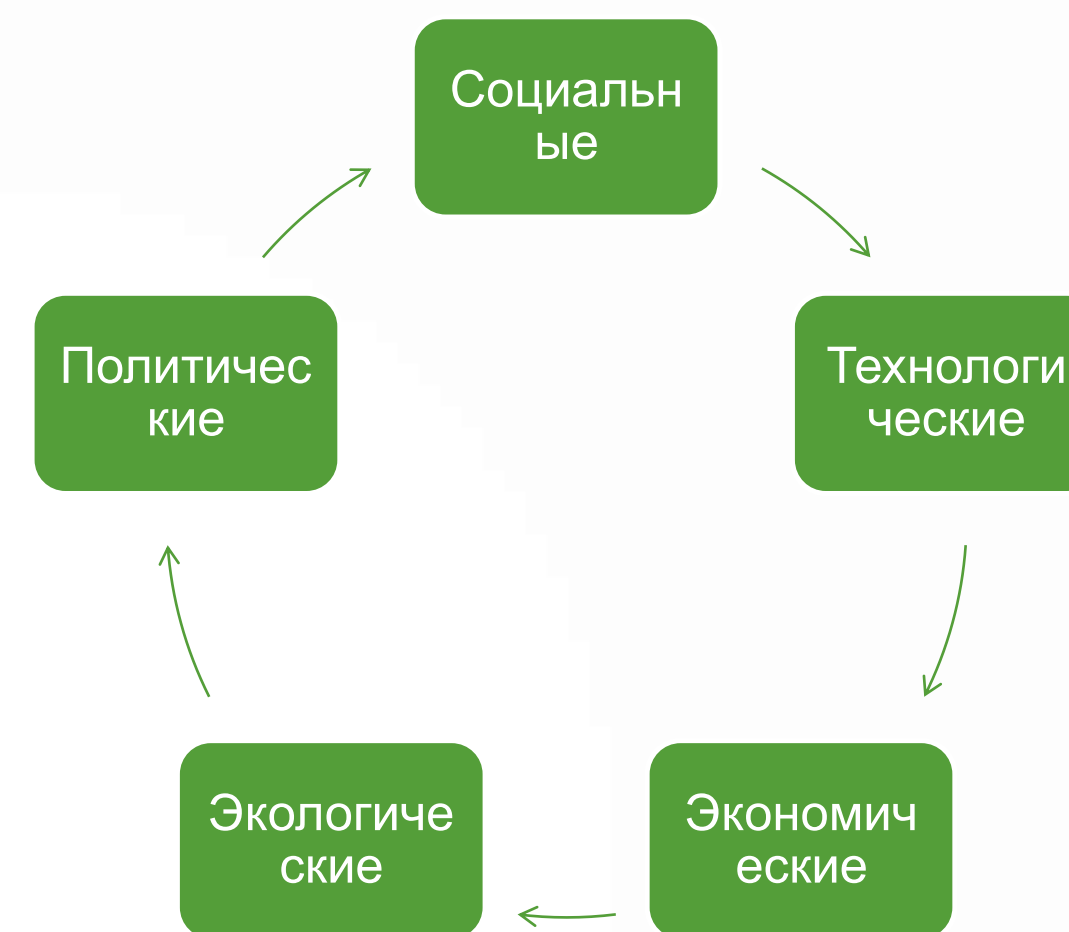
- Изменение курса валюты
- Уровень инфляции
- Изменение ключевой ставки ЦБ
- Увеличение инвестиционной активности (импортозамещение)

Экологические:

- Ужесточение требований к выбросам
- Защита нац. парков от пожаров, вредителей, болезней

Политические:

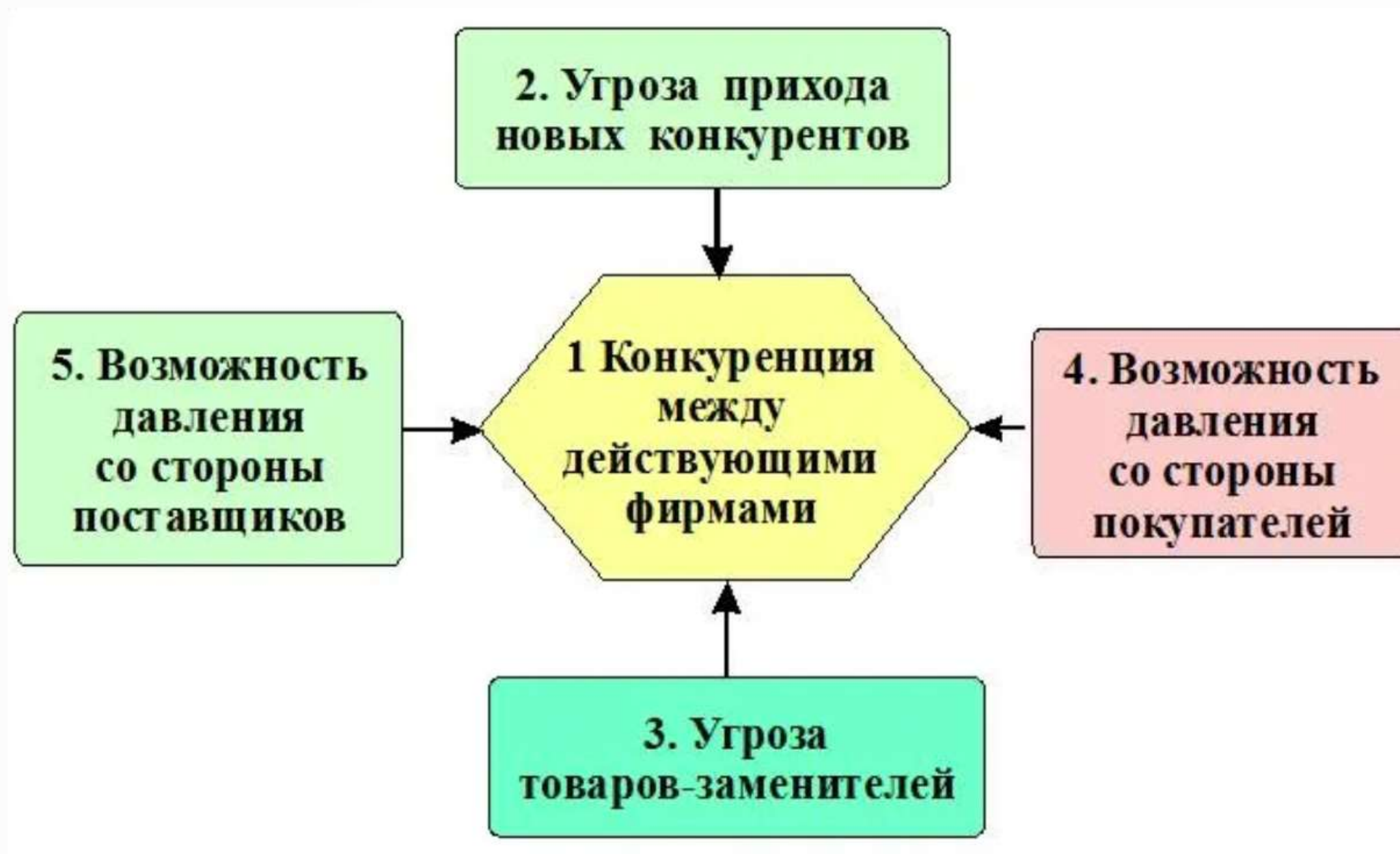
- Гос. программы (использование новых средств измерения)
- Гос. программы (импортозамещение)
- Гос. программы (оборонная промышленность)



Ключевые факторы:

- Политические
- Экономические

Конкурентное окружение



- В результате проведенного анализа влияние факторов внешней среды на все пять сил модели Портера **не являются значительными** и проект по разработке, изготовлению и реализации гиперспектральной системы является **привлекательным в долгосрочной перспективе**.

Мировые аналоги

В настоящее время на российском присутствуют гиперспектральные камеры нескольких зарубежных производителей:

- BaySpec, Inc. (США),
- Photonfocus (Швейцария),
- Specim (Финляндия),
- Resonon (США),
- Cubert (Германия).

OCI-U-2000 - универсальная гиперспектральная камера производитель BaySpec, Inc. (США)



| Параметр | Значение | Единица измерения |
|--------------------------------|-----------|-------------------|
| Технология съемки | Snapshot | - |
| Спектральный диапазон | 600-1000 | нм |
| Число спектральных каналов | 25 | - |
| Спектральное разрешение (FWHM) | 12-25 | нм |
| Пространственное разрешение | 200 x 400 | пикселей |
| Потребляемая мощность | < 2 | Вт |
| Габариты камеры с объективом | 8 x 6 x 6 | см |
| Масса камеры с объективом | 180 | г |

MV1-D2048x1088-HS03-96-G2 - гиперспектральная камера производитель Photonfocus (Швейцария)



| Параметр | Значение | Единица измерения |
|-----------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Производитель / Тип | IMEC / CMV2K-SM4X4 | - |
| Разрешение | 2048 x 1088 | пикселей |
| Размер пикселя | 5,5 x 5,5 | мкм |
| Спектральный диапазон | 470 – 630 нм (15 полос пропускания) | - |
| Потребляемая мощность | < 5.1 | Вт |
| Размеры | 55 x 55 x 52 | мм ³ |
| Вес | 265 | г |

| <u>Сильные стороны</u> | <u>Возможности</u> |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Команда проекта состоит из высококвалифицированных сотрудников • Сильная экспертиза в предметной области (оптика) у участников проекта • Хорошо проработана научная составляющая проекта. • Есть прототипы устройств • Есть ПО по обработке гиперспектральных изображений • Ведется разработка методологии анализа гиперспектральных изображений в целом и для сельского хозяйства в частности. • Использование стандартного оборудования по нанесению тонкопленочных покрытий • Использование стандартного оборудования по травлению тонкопленочных покрытий • Использования ИИ при анализе гиперспектральных изображений. | <ul style="list-style-type: none"> • Привлечения сотрудников из других регионов и стран • Появление мощных вычислительных машин • Появление мощных мобильных вычислительных систем • Появление новых объектов исследований, при которых будет полезна гиперспектральная съемка • Появление новых, более быстрых, способов передачи данных • Новые методы анализа позволит расширить горизонт использования гиперспектральных камер • Увеличение инвестиционной активности в сторону финансирования проектов по импортозамещению ввиду геополитической ситуации может простимулировать развитие продукта • И др. |
| <u>Слабые стороны</u> | <u>Угрозы</u> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Высокая стоимость разработки • Высокая технологичность проекта, влияющая на точность компонентов сенсора • Географическая распределенность требуемого для разработки оборудования, что повлияет на срок разработки • Слабая распространенность гиперспектральных методов как методов измерения или анализа • Слабая осведомленность потенциальных потребителей о гиперспектральных методах анализа | <ul style="list-style-type: none"> • Дефицит высококвалифицированных кадров в рамках одного региона • Появление новых гиперспектральных камер и услуг, связанных с их использованием, увеличит конкуренцию в отрасли • Появление новых средств измерения, альтернативных гиперспектральной съемке • Изменение курса валюты • Уровень инфляции • Изменение ключевой ставки ЦБ |

Реализация проекта

Процесс проведения изменений будет проходить в соответствии с **моделью Курта Левина в три этапа**:



Этап 1.

Подготовка к изменению

Этап 2.

Проведение изменений

Этап 3.

Закрепление изменений

Анализ поля сил



Стратегия управления изменениями

Директивная стратегия:

- принятие решения по запуску проекта

Переговорная стратегия:

- при формировании команды проекта
- во время совещаний и встреч

Экспертная стратегия:

- в процессе разработки аппаратной и программной части гиперспектрального комплекса

Образовательная стратегия:

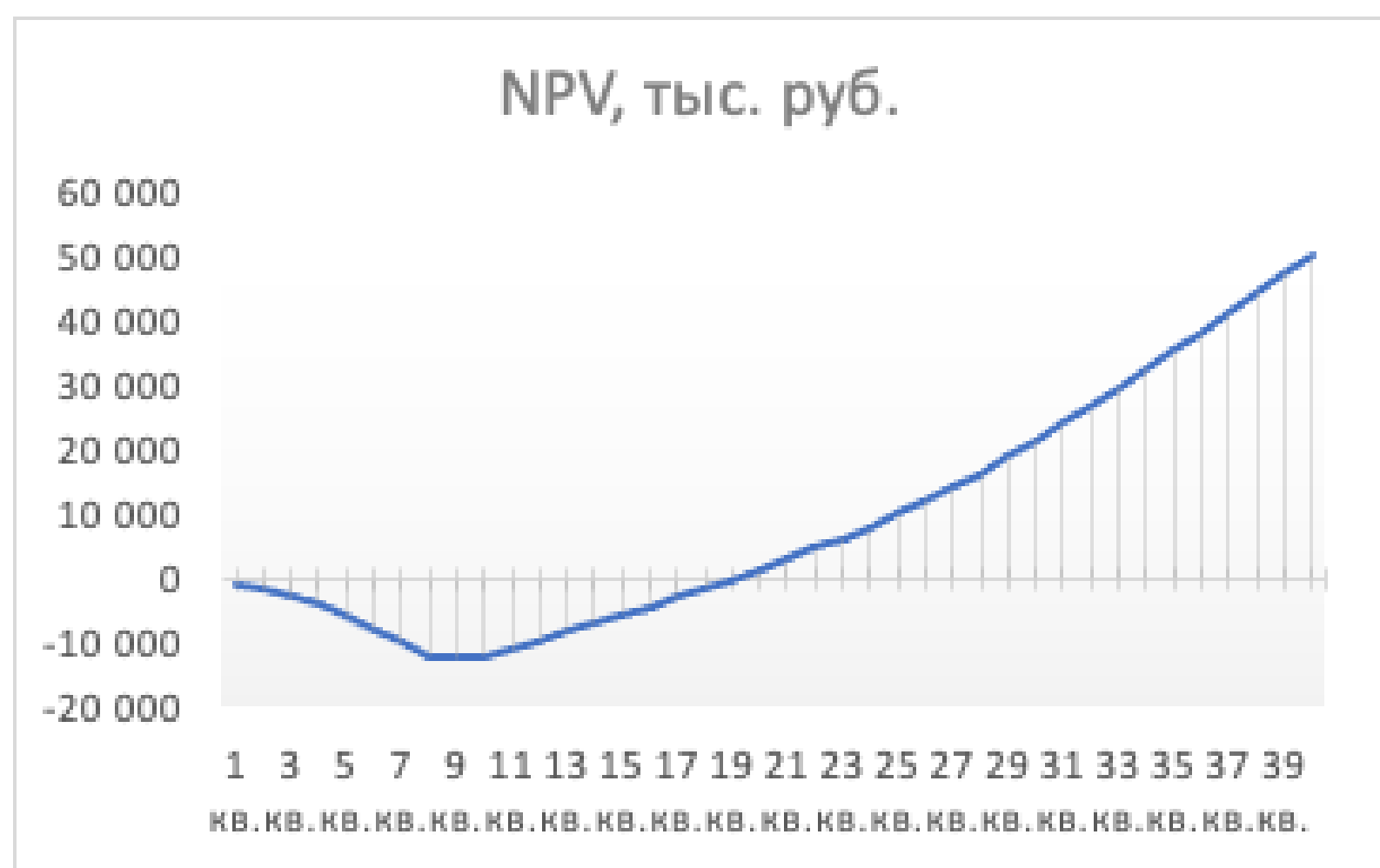
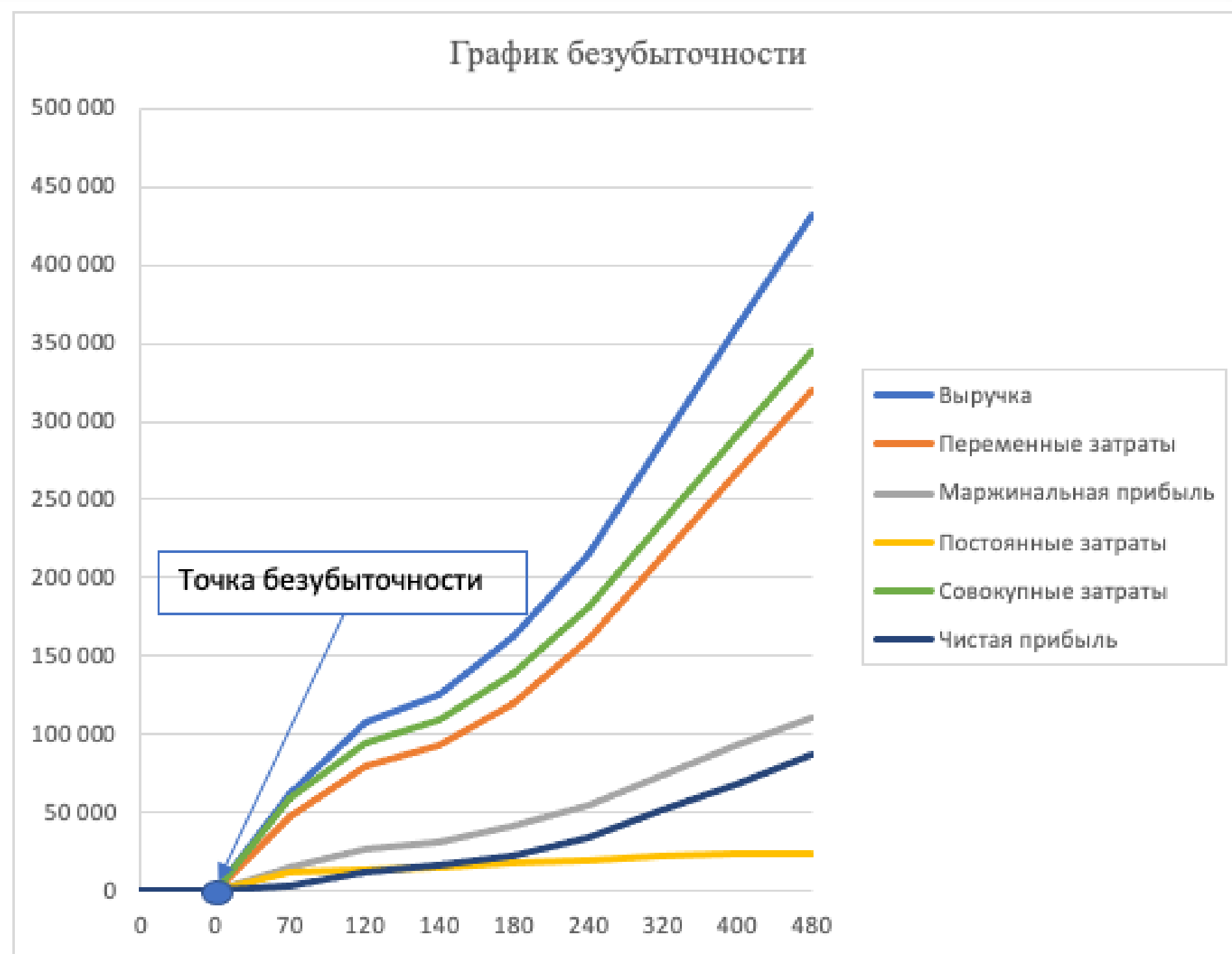
- в процессе наращивания компетенции сотрудников в рамках образовательных мероприятий





Основные финансовые показатели проекта

| | |
|-----------------|-----------------|
| Ставка дисконт. | 20% |
| NPV | 50 438 000 руб. |
| IRR | 67% |
| PP | 4 г |
| DPP | 4,5 г |





Ключевые факторы успеха проекта

- Продукт проекта будет иметь лучшие аппаратные свойства: большее разрешение с большим количеством спектральных каналов.
- Наличие прототипа.
- Использование ИИ при анализе гиперспектральных изображений.
- Сформирована сильная команда проекта, имеющая научные знания и разработки в предметной области.
- Владение IP по изготовлению фильтрующих элементов сенсора (ключевой компонент) позволит выбирать площадку для массового производства, на которой будет внедрена технология производства.
- Реализация проекта планируется совместно с ИСОИ РАН и Самарским государственным университетом – ключевыми разработчиками в области гиперспектральных устройств.
- Грантовая поддержка государства высокотехнологических проектов.
- Высокая оценка финансово-экономических показателей.



Спасибо
за
внимание

Владимир ЧУГУНОВ

