

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт автоматики и процессов управления
Дальневосточного отделения Российской академии наук

Утверждено
Директор ИАПУ ДВО РАН
Р. В. Ромашко
член-корр. РАН



Программа развития
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения
Российской академии наук
на 2019-2023 годы

г. Владивосток
2019

ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ
 Федерального государственного бюджетного учреждения науки
 Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук
 на 2019-2023 годы

РАЗДЕЛ 1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

1		Информация о научной организации
1.1.	Полное наименование	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук
1.2.	Сокращенное наименование	ИАПУ ДВО РАН
1.3.	Фактический (почтовый) адрес	690041 г.Владивосток, ул.Радио, д.5
2. Существующие научно-организационные особенности организации		
2.1.	Профиль организации	Генерация знаний
2.2.	Категория организации	1
2.3.	Основные научные направления деятельности	<p>Проведение фундаментальных, поисковых и прикладных исследований по следующим направлениям:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Проблемы механики, энергетики и процессов управления; • Лазерная физика и оптические методы исследования конденсированных сред и технических объектов; • Проблемы информатики и информационные технологии; • Физика низкоразмерных наноструктур, нанотехнологии и нанодиагностика. <p>Направления научной деятельности соответствуют следующим приоритетам научно-технологического развития Российской Федерации (согласно СНТР):</p> <p>а) переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных,</p>

		<p>машинного обучения и искусственного интеллекта;</p> <p>г) переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработку и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективную переработку сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания;</p> <p>д) противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства;</p> <p>е) связанность территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики.</p>
--	--	---

РАЗДЕЛ 2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ

2.1. Цель Программы развития

Решение актуальных и перспективных научных, научно-технических проблем междисциплинарного характера на основе фундаментальных и прикладных исследований в областях лазерной физики и оптических методов исследования конденсированных сред и технических объектов, физики низкоразмерных наноструктур, нанотехнологии и нанодиагностики, математического моделирования и информационных технологий, механики, энергетики и процессов управления, вносящих вклад в инновационное развитие страны, укреплению ее обороноспособности, обеспечивающих институту мировое лидерство и закрепляющих приоритет отечественной науки, а также создающих основы для формирования на Дальнем Востоке России научно-технического центра компетенций мирового уровня по профильным областям знаний.

2.2. Задачи Программы развития

- Исследования мирового уровня в области:

- лазерной физики, нанофотоники и нанотехнологий;
- физики низкоразмерных структур и полупроводниковых наноматериалов;
- гидродинамики, аэромеханики, механики сплошных многокомпонентных сред, управления и динамики сложных систем;
- Перспективные разработки:
 - оптических методов исследования, диагностики и характеристики материалов и наноструктур естественного и искусственного происхождения;
 - функциональных устройств на основе оптических, магнито- и фотоэлектрических эффектов в нанокompозитных и наноразмерных материалах и структурах;
 - интеллектуальных робототехнических устройств, комплексов и систем для выполнения технологических и исследовательских операций в неопределенной среде в автономном режиме;
 - технологии лазерной обработки материалов;
 - интеллектуальных систем обработки данных, знаний и принятия решений, создание новых информационных технологий на высокопроизводительных вычислительных и облачных архитектурах для решения крупномасштабных практических и научных задач;
 - технических и информационных средств комплексного электромагнитного, радиолокационного, лазерного, акустического, сейсмо-акустического и спутникового мониторинга;
- Развитие:
 - фундаментальных основ механики деформирования с целью совершенствования производственных технологий изготовления и упрочнения изделий, анализа и моделирования природных и техногенных деформационных процессов;
 - теории и методов повышения эффективности сложных технических систем и технологических процессов, обеспечения энергоэффективности и энергосбережения;
- Создание и внедрение в практику
 - методов и средств изучения и освоения ресурсов Мирового океана и Арктического региона;
 - единой Дальневосточной (ДВ) информационной сети освещения экологической обстановки в ДФО, комплиментарной к отраслевым ситуационным сегментам;
 - информационной платформы для комплексного мониторинга сухопутных территорий и морских акваторий, включая моря Арктики и арктические территории;
 - платформы облачных вычислений для разработки, управления и использования интеллектуальных интернет-сервисов и систем поддержки принятия решений ;

- информационно-аналитических комплексов по учёту и регулированию энергоресурсов сложных технических объектов и инженерных систем;
- роботизированных комплексов для подводной очистки корпусов судов и гидротехнических сооружений;
- лазерных технологий восстановления деталей морских судов и авиационной техники с применением волоконных лазеров средней и большой мощности;
- интеллектуальных систем управления промышленными манипуляторами при обработке нежестких деталей без их точной фиксации;
- технология прогнозирования техногенных катастроф в шахтах и рудниках на основе деформационного мониторинга.
- Создание на Дальнем Востоке России научно-технического центра компетенций мирового уровня в областях лазерной физики и оптических методов исследования конденсированных сред и технических объектов, физики низкоразмерных наноструктур, нанотехнологии и нанодиагностики, информатики и информационных технологий, механики, энергетики и процессов управления.

РАЗДЕЛ 3. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРОГРАММА «Комплексное развитие информационно-аналитических и управляющих систем и технологий, лазерных технологий и нанотехнологий для решения задач в рамках Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».

3.1. Ключевые слова

- лазерная физика, взаимодействие излучения с веществом, нелинейная оптика, фотоника, нано- и биофотоника, наноплазмоника, нанометрия, оптические сенсоры, лазерная нанофабрикация, оптические системы медицинской диагностики, дистанционный мониторинг, лазерные технологии обработки материалов, лазерные аддитивные технологии;
- низкоразмерные структуры, топологические изоляторы, спинтроника, сверхпроводимость, гибридные МОП и МП структуры, термоэлектрики, сверхрешетки с квантовыми точками и квантовыми проволоками, сканирующая туннельная микроскопия, фотоэлектронная спектроскопия с угловым разрешением, транспортные и магнитотранспортные измерения, расчеты из первых принципов;
- система управления, навигация, мобильный робот, подводный робот, промышленный робот, предсказательное моделирование, процессы химической технологии, идентифицируемость, массообменные технологические процессы, диагностика электротехнических и электронных устройств, информационно-аналитическая система, телеуправление, энергосбережение;
- механика жидкости и газа, механика деформируемого твердого тела, механика сплошных многокомпонентных сред, математическое моделирование;
- базы знаний, онтологии, облачные технологии, спутниковое зондирование, диагностика окружающей среды, компьютерное зрение, математические модели, живые системы, популяционная динамика, гибридные вычислительные архитектуры, корректность программ.

3.2. Аннотация научно-исследовательской программы

Научно-исследовательская программа ИАПУ ДВО РАН предусматривает проведение комплексных и междисциплинарных исследований по актуальным проблемам лазерной физики, нанофотоники, квантовой физике и физике микро- и наноструктур, развития технологий создания новых функциональных материалов, лазерных технологий обработки материалов, лазерных аддитивных технологий, разработки методов и средств диагностики, а также методов математического моделирования природных процессов и технических объектов, агро- и биофотонике, спутниковому и лидарному мониторингу окружающей среды, разработке информационных технологий управления сложными техническими системами и технологическими процессами, робототехнике, суперкомпьютерным и облачным вычислениям, разработке систем принятия решений на основе методов искусственного интеллекта.

3.2.1. Исследования в области лазерной физики, нано- и биофотоники, наноплазмоники, нанометрии, оптических сенсоров, лазерной нанофабрикации, оптических систем медицинской диагностики, дистанционного мониторинга, лазерных технологий обработки материалов, лазерных аддитивных технологий вносят значительный вклад в решение актуальных научно-практических задач в сфере экологии, наукоёмкого производства, развитии инновационного агропромышленного комплекса, мониторинга ответственных инженерных сооружений и технических конструкций и обеспечения безопасности их эксплуатации. В области экологии эти исследования будут направлены на разработку фундаментальных основ создания индикаторов состояния водных сред на основе оптически активных микроорганизмов, биогенных и биомиметических нано- и микроструктурных материалов и систем, гетероструктурных оптических хемосенсоров, на развитие и совершенствование технологий дистанционного контроля биологических ресурсов океана, состояния окружающей среды и оценки потенциальной опасности экологических катастроф. Будут проведены исследования в области биофотоники, направленные на переход к высокопродуктивному и экологически чистому агрохозяйству. В области создания новых материалов будут проведены исследования методов создания метаповерхностей с уникальными свойствами, а также различных сенсорных и оптических устройств на их основе. Будут проведены исследования лазерных аддитивных технологий создания экономнолегированных алюмоматричных композитов, способных обеспечить заданный комплекс различных физико-механических свойств, применительно к эксплуатации в экстремальных условиях, и сравнительно экономные технологии получения из таких композитов изделий сложной формы. Будут проведены исследование и разработка научных основ конструирования гетерофазных материалов пониженной плотности с применением лазерных технологий обработки материалов. Исследования в области создания новых функциональных устройств фотоники будут направлены на изучение процессов взаимодействия оптического и прилегающему к нему ультра- и инфракрасного диапазонов с низкоразмерными гетероструктурами и наносистемами, на изучение их оптических свойств, особенно нелинейно-оптических и люминесцентных, а также механизмы управления этими свойствами. В области мониторинга и безопасности будут проведены исследования направленные на создание оптических и волоконно-оптических измерительных систем сейсмоакустического и деформационного мониторинга с пространственно распределенной чувствительностью.

3.2.2. Исследования вещества в экстремальных состояниях находятся на передовых рубежах современной физики конденсированного состояния. Предметом исследований являются сверхтонкие высокоупорядоченные кристаллические пленки,

толщина которых соответствует физическому пределу и составляет один моноатомный слой и сверхрешетки с квантовыми точками на основе силицидов кремния. В первом случае в качестве таких объектов рассматриваются, так называемые, поверхностные реконструкции в системах адсорбат/кремний, которые, по сути, являются двумерными металлами или полупроводниками атомной толщины, выращенными на поверхности кремния. Очевидно, что такие объекты могут быть синтезированы только в особо чистых условиях сверхвысокого вакуума при контроле состава и структуры на атомном уровне. Предполагается синтезировать широкий набор различных реконструкций и определить их состав, атомную структуру, электронные и транспортные свойства с помощью комплекса современных экспериментальных методов, включая сканирующую туннельную микроскопию и спектроскопию, фотоэлектронную спектроскопию с угловым разрешением, оптических свойств и *in situ* измерения проводимости, в том числе при низких температурах вплоть до 1,7 К и в магнитном поле до 7 Т, а также теоретические расчеты из первых принципов. Особое внимание будет уделено элементам с сильным спин-орбитальным взаимодействием (например, Tl, Pb, Bi, Au) и двумерным двухкомпонентным соединениям на их основе. Таким образом, в результате выполнения настоящего проекта будут расширены и детализированы представления о структуре, электронных и транспортных свойствах низкоразмерных материалов и сверхрешеток предельно малых толщин. Представляется, что это послужит существенным вкладом в развитие современной физики конденсированного состояния для случая, когда известные квантовые явления (например, сверхпроводимость, эффект Рашбы-Бычкова, слабая локализация и антилокализация, электронные состояния с нетривиальной топологией) реализуются в высокоупорядоченных кристаллических слоях предельно малой атомной толщины. Кроме того, результатом будет создание новых низкоразмерных материалов с уникальными свойствами, кремниевых гибридных МОП и МП структур и сверхрешеток или мультислойных структур на кремнии со встроенными силицидами с уникальными термоэлектрическими свойствами с перспективой их использования в наноэлектронике и спинтронике.

3.2.3. Основным направлением исследований в области робототехники и управления в технических системах является создание методов синтеза систем управления, навигации, обработки сенсорной информации и планирования действий робототехнических объектов и комплексов различного назначения, разработка на основе этих методов принципиально новых робототехнических систем, предназначенных для выполнения сложных исследовательских и технологических операций в заранее неопределенной обстановке, и внедрение указанных систем на промышленных предприятиях России; развитие теории и методов диагностики электротехнических и электронных устройств, обеспечивающей научно обоснованную эксплуатацию систем; разработка информационно-аналитических систем в теплоэнергетике с акцентом на современные средства измерений, дистанционный сбор и анализ результатов этих измерений с последующим телеуправлением режимами теплоснабжения для обеспечения энергосбережения и повышения энергоэффективности. Исследование химико-технологических процессов (ХТП) является перспективной задачей в аспекте применения прогнозирующих моделей для повышения эффективности управления с учетом особенностей объектов данного типа. Предлагаемые к разработке методы интеллектуального предсказательного моделирования массообменных технологических процессов с учетом физико-химических закономерностей исследуемых объектов обеспечат в реальном времени заметное повышение эффективности управления и будут способствовать своевременному предупреждению приближения параметров исследуемых процессов к границам, обозначенным

технологическим регламентом. Разрабатываемые методы предназначены для систем управления с прогнозирующей моделью: появится возможность при прогнозе состояния объекта учитывать не только технологические показатели, фиксируемые датчиками, но и особенности ситуации текущего момента.

3.2.4. Развитие современных представлений о механике различных природных явлений и технологических процессов упирается в проблему точности и адекватности известных математических моделей и методов расчета. Данная проблема, в первую очередь, вызвана ограниченностью существующих моделей и невозможностью их применения для описания некоторых важных реальных эффектов и явлений (наблюдаемых как в природе, так и в эксперименте). Кроме этого, задачи в рамках новых или уточненных моделей не всегда могут быть решены известными аналитическими или численными методами. Поэтому потребности достоверного описания и анализа различных природных и технологических процессов оправдывают актуальность и необходимость разработки и развития моделей и методов, общей механики, механики сплошных сред, прошедших экспериментальную верификацию. В области механики сплошных сред планируется разработка моделей и алгоритмов, которые позволят решить ряд актуальных задач инженерной практики и прикладной экологии, послужат развитию существующих и созданию новых технологий в авиастроении, судостроении, энергетике, геомеханике и металлургии, могут быть использованы при анализе, прогнозировании и разработке технологий предотвращения ряда природных и техногенных катастроф.

3.2.5. В области создания информационных и инструментальных систем обработки и анализа данных и знаний, моделирования природных процессов будут разработаны новые математические модели для изучения закономерностей и особенностей функционирования живых систем, анализа и обработки спутниковых данных, методы, алгоритмы компьютерной графики и компьютерного зрения, инструментальные сервисы для создания систем с базами знаний, интеллектуального анализа больших массивов данных, включая слабоструктурированные и графические данные, а также инструментальные сервисы генерации программного кода с формально подтверждаемой корректностью поведения. По результатам фундаментальных исследований будут созданы программные системы и сервисы, которые могут быть широко использованы в реальном секторе экономики России и её Дальневосточного региона.

3.3. Цель и задачи научно-исследовательской программы

Целью научно-исследовательской программы является решение актуальных и перспективных научных, научно-технических проблем междисциплинарного характера на основе фундаментальных и прикладных исследований в областях лазерной физики и оптических методов исследования конденсированных сред и технических объектов, физики низкоразмерных наноструктур, нанотехнологии и нанодиагностики, информатики и информационных технологий, механики, энергетике и процессов управления, вносящих вклад в инновационное развитие страны, укреплению ее обороноспособности, обеспечивающих институту мировое лидерство и закрепляющих приоритет отечественной науки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проведение исследований мирового уровня в области:

- лазерной физики, нанофотоники и нанотехнологий;
- физики низкоразмерных структур и полупроводниковых наноматериалов;
- гидродинамики, аэромеханики, механики сплошных многокомпонентных сред, управления и динамики сложных систем;
- Перспективные разработки:
 - оптических методов исследования, диагностики и характеристики материалов и наноструктур естественного и искусственного происхождения;
 - функциональных устройств на основе оптических, магнито- и фотоэлектрических эффектов в нанокompозитных и наноразмерных материалах и структурах;
 - интеллектуальных робототехнических устройств, комплексов и систем для выполнения технологических и исследовательских операций в неопределенной среде в автономном режиме;
 - технологии лазерной обработки материалов;
 - интеллектуальных систем обработки данных, знаний и принятия решений, создание новых информационных технологий на высокопроизводительных вычислительных и облачных архитектурах для решения крупномасштабных практических и научных задач;
 - технических и информационных средств комплексного электромагнитного, радиолокационного, лазерного, акустического, сейсмо-акустического и спутникового мониторинга;
- Развитие:
 - фундаментальных основ механики деформирования с целью совершенствования производственных технологий изготовления и упрочнения изделий, анализа и моделирования природных и техногенных деформационных процессов;
 - теории и методов повышения эффективности сложных технических систем и технологических процессов, обеспечения энергоэффективности и энергосбережения;

3.4. Уровень научных исследований по теме научно-исследовательской программы в мире и Российской Федерации

3.4.1. Исследования в области лазерной физики, нано- и биофотоники, наноплазмоники, нанометрии, оптических сенсоров, лазерной нанофабрикации, оптических систем медицинской диагностики, лазерных технологий обработки материалов, лазерных аддитивных технологий находятся на передовых рубежах современной науки, так как позволяют решать широкий круг задач по таким направлениям как экология, создание новых материалов, мониторинг и безопасность. Сегодня ни одна из сформулированных в Стратегии научно-технологического развития России задач не может быть решена без использования технологий фотоники и нанофотоники: от перехода к интеллектуальным производственным технологиям до создания интеллектуальных

телекоммуникационных систем и противодействия техногенным, биогенным и киберугрозам, персонализированной медицины, высокотехнологичного здравоохранения и высокопродуктивного и экологически чистого агро- и аквахозяйства.

Несмотря на современные достижения, в области фотоники и нанофотоники здесь остается большое количество нерешенных проблем. Развитие методов раннего обнаружения загрязнителей водных и воздушных сред остается важным вопросом анализа состояния экологии окружающей среды, поскольку в среде может присутствовать широкий круг токсичных химических веществ природного и техногенного происхождения в различных сочетаниях. Для целей совершенствования этих методов могут использоваться как традиционные лазерные системы дистанционного мониторинга, так и новые методы, основанные на инициации лазерным излучением отклика микробиологических организмов.

Создание средств биомедицинской диагностики, лазерной и фотонной медицины и технологий сельскохозяйственной фотоники требует проведения детального исследования взаимодействия фотонов с биологическими объектами, новых методов обработки получаемых изображений, а также создания новых источников излучения.

Существующая угроза применения химического и биологического оружия, опасность террористического и техногенного повреждения инженерных объектов ответственного назначения (мостов, зданий, плотин, шахт, тоннелей и т.п.) требует создания комплексных сенсорных систем для обеспечения одновременного, в том числе дистанционного, обнаружения множественных угроз. Волоконно-оптические сенсоры получают все большее распространение в сфере мониторинга и безопасности во всем мире. Однако при этом основное внимание уделяется спектральным сенсорам на основе волоконно-оптических решеток Брэгга, в то время, как объединение принципов адаптивной голографической интерферометрии и волоконно-оптической элементной базы открывает перспективы для широкого применения в системах мониторинга более чувствительных фазовых сенсоров.

Развитие современных методов получения новых материалов нашло свое отражение в концептуальной революции в оптике, связанной с переходом от трехмерных объемных элементов к субнанометровым планарным массивам периодических ячеек субволновых металлических и диэлектрических элементов - метаповерхностям. Однако дальнейший прогресс в данной области оказался невозможен без наличия надежных, масштабируемых, энерго- и экономически эффективных 3-D методов изготовления таких структур. Создание современных лазерных и лазерно-плазменных 3-D технологий производства и обработки новых композитных материалов, а также изделий из них требует детального исследования процессов взаимодействия лазерного излучения с композитными материалами и разработки основ проектирования управляемых лазерных технологических систем, интегрированных в цифровые и роботизированные производственные комплексы.

3.4.2. Основной парадигмой развития современной твердотельной электроники является увеличение степени интеграции микросхем за счет уменьшения размеров их элементов в рамках перехода от микроэлектроники к наноэлектронике. Переход от трехмерных объектов к двумерным и одномерным требует, с одной стороны, разработки способов управляемого синтеза таких объектов, а с другой определение их физических, в первую очередь электронных, свойств, так как свойства наноструктур могут существенно отличаться от таковых у объемных материалов. Амбициозной с точки зрения физики конденсированного состояния и

перспективной с точки зрения возможных применений в электронике представляется исследование свойств пленок толщиной порядка одного монослоя, что соответствует физическому пределу толщины. Реальная возможность проведения исследований в этом направлении, особенно по измерению электронного транспорта, появилась только недавно, когда удалось совместить технику сверхвысокого вакуума и технику низкотемпературных измерений. Работы коллектива в заявленном направлении широко известны как в России, так и в мире и опубликованы в высокорейтинговых международных изданиях включая такие издания как Nature Communications, Physical Review Letters, Scientific Reports, Nano Letters и других.

3.4.3. Создание интеллектуальных роботизированных систем является одним из ключевых направлений развития современной робототехники в мире и в России и полностью соответствует поставленной в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации задаче перехода к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создания систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта.

В настоящее время в связи с переходом промышленности к новому технологическому укладу усиливаются тенденции комплексной автоматизации производства на основе цифровых технологий нового поколения, которые предполагают широкое использование робототехнических устройств и систем, использующих элементы искусственного интеллекта и призванных резко повысить производительность труда и качество выпускаемой продукции при одновременном снижении себестоимости, обеспечивая ее конкурентоспособность на мировом рынке.

В этой связи важнейшей научной проблемой является создание новых методов и алгоритмов построения интеллектуальных информационно-управляющих систем (ИИУС) для промышленных роботов с системами технического зрения, предназначенных для автоматического выполнения сложных технологических операций при наличии кинематических и динамических ограничений манипуляторов и их исполнительных приводов, а также существенной нестационарности и переменности рабочей обстановки.

Еще одним важным направлением исследований в России и в мире является разработка методов синтеза ИИУС для подводных роботов, позволяющих обеспечивать эффективное автоматическое выполнение ответственных миссий в заранее неизвестной обстановке при неизвестных и переменных массогабаритных параметрах этих роботов с учетом взаимовлияний между всеми степенями свободы во время их движения по сложным пространственным траекториям, а также неизвестных воздействиях со стороны окружающей вязкой среды.

Среди признанных на мировом уровне научных коллективов, выполняющих исследования по указанным направлениям, можно выделить группу исследователей из Национального технологического института г. Роркла (Индия) под руководством профессора Bidyadhar Subudhi. Эта группа успешно работает в области создания интеллектуальных систем управления робототехническими устройствами (манипуляторами, мобильными роботами, подводными аппаратами), использующих различные методы обработки данных, а также современные методы робастного и адаптивного управления, имеет большой опыт разработки компьютерных систем, технологий и алгоритмов навигации и группового управления мобильными роботами, а также алгоритмов и программных средств

идентификации их параметров и комплексирования данных, получаемых от бортовых сенсоров. Коллектив сотрудников Национального тайваньского университета г. Тайбэй (Тайвань) под руководством профессора Jen-Hwa Guo имеет большой опыт работы в области проектирования и практического использования автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА), оснащенных современными системами технического зрения. Группа исследователей Национального тайваньского технологического университета (Тайвань) под руководством профессора Chyi-Yeu Lin занимается разработкой интеллектуальных систем автоматизации на основе осязаемых промышленных роботов. Ученые из Стамбульского технического университета (Турция) под руководством профессора Cengiz Hacizade и Каталического университета г. Лювен (Бельгия) под руководством профессора Peter Slaets работают в области создания методов группового управления подводными роботами различного вида и назначения.

В области энергетики одним из ведущих исследовательских центров в России является Национальный исследовательский университет «МЭИ». Здесь следует отметить исследования к.т.н. Гужова С. В. по повышению энергоэффективности зданий, определению энергосберегающего эффекта от модернизации основного и вспомогательного оборудования, реновации систем отопления жилых и общественных зданий. В Сибири существенный вклад в исследования информационных систем в энергетике внес коллектив сотрудников института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН под руководством д.т.н., профессора Массель Л.В. Одной из самых значимых организаций в этой области в США является Американский совет по энергоэффективной экономике (АСЕЕЕ). Организация выступает в качестве катализатора для продвижения политики, программ, технологий, инвестиций и исследований в области энергоэффективности. Исследования проводятся по следующим основным программам: национальная программа энергетической политики, промышленная программа для анализа и продвижения технологий, технологических инноваций и политики повышения энергоэффективности и конкурентоспособности обрабатывающих отраслей, программа для сельского хозяйства и фермерства для активизации политики и инициатив в области энергоэффективности и целый ряд других. На территории Евросоюза наибольший интерес представляют исследования профессора Marco Dell'Isola (Department of Civil and Mechanical Engineering, Università degli studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Italy) в области энергоэффективности зданий. Его научные работы «Интегрированный инструмент на основе IoT для тестирования потребляемой энергии», «Оценка влияния учета тепла на энергопотребление в Италии в различных сценариях» и другие содействуют развитию новых подходов энергосбережения.

Подходы, применяемые при идентификации прогнозирующих моделей технологических объектов для задач управления, основаны на предположении о возможности получения аналитически заданной функциональной зависимости (известной или заданной структуры) с последовательным уточнением значений ее коэффициентов. В реальных условиях большинство объектов, таких как ХТП, является слабо формализуемыми из-за недостаточности имеющихся знаний о них и среде, в которой они функционируют. В связи с этим по теме научно-исследовательской программы выделяется и решается новая фундаментальная проблема определения вида оптимального преобразования по каждому входу идентифицируемой модели с учетом физико-химических особенностей ХТП, т.е. с привлечением максимального количества априорных знаний и использованием ассоциативного анализа. Применение же методов ассоциативного поиска к исследованию динамики нелинейных нестационарных объектов, в частности, технологических процессов,

является оригинальным подходом. Также применение методов построения прогнозирующих моделей к исследованию различных технологических процессов в промышленности и энергетике и обсуждается на различных симпозиумах Международной Федерации по автоматическому управлению (ИФАК).

3.4.4. Интерес к фильтрационному горению твердых топлив и газов растет как в нашей стране, так и за рубежом, что вызвано необходимостью разработки новых технологических процессов в энергетике и металлургии, минимизации последствий некоторых экологических катастроф и т.д. Недостатком многих известных моделей фильтрационного горения является то, что газодинамические процессы в пористых средах с очагами горения моделируются, как правило, крайне упрощенно, что не позволяет описать ряд явлений, наблюдаемых в современных экспериментах. Необходимы новые модели, которые отличаются более детальным описанием динамики газа в пористых средах и позволяют адекватно описывать процессы горения и иного энерговыделения в пористых объектах как при принудительном нагнетании газа, так и в условиях естественной конвекции, то есть являются достаточно универсальными и превосходят известные отечественные и зарубежные аналоги.

Исследования распространения волн различной природы на поверхности жидкости продолжают активно развиваться в связи с возникновением новых актуальных задач. Построение математической модели и численный расчёт возникновения волнового возмущения на поверхности жидкости под действием ударной волны в газе актуальны для изучения процессов волнообразования, сопутствующих быстролетящему твёрдому телу. Исследование волновых колебаний сейшевого типа в водоемах необходимо для учета резонансных особенностей различных акваторий с целью оценки возможных высот волн цунами на побережье и негативного воздействия сейшевых колебаний в гаванях на работу флота.

В течение последних десятилетий развитие теории больших деформаций материалов, допускающих необратимые деформации, являлось одной из основных фундаментальных задач механики. Такое развитие определялось не только внутренней логикой развития фундаментального направления современной науки, но, что также исключительно важно, насущными потребностями технологической практики. Современные технологии при изготовлении изделий сложной геометрии предъявляют к технологическим процессам и режимам повышенные требования к размерной точности и эксплуатационному ресурсу готовых деталей. Разработка адекватных технологическим процессам новых средств и методик по математическому моделированию таких процессов является наиболее эффективным способом обеспечения таких требований. Развитие теории больших деформаций материалов, комплексно учитывающей упругие, пластические и вязкие свойства материалов, способной описывать технологические приемы обработки, изготовления и упрочнения металлоизделий является актуальной задачей мировой науки.

Внимание мирового научного сообщества к изучению особенностей распространения ударных и импульсных возмущений в твердых телах обусловлено фундаментальным характером проблемы. Основы теории подвижных поверхностей разрывов получили развитие в множестве зарубежных и отечественных работ, посвященных различным аспектам нелинейной динамики деформирования твердых тел: построению нелинейных математических моделей, формулировке нестационарных краевых задач, разработке специальных методов и вычислительных схем для их решения. В настоящее время неослабевающий интерес к изучению

ударноволновых и импульсных процессов в твердых телах объясняется не только теоретической значимостью данной математической проблемы, но и потребностями современной технологической практики. Эволюция данного направления связана с разработкой новых нелинейных моделей, верифицированных с результатами экспериментов, развитием специализированных математических инструментов и методов решения нестационарных задач динамического деформирования природных и современных конструкционных материалов со сложными нелинейными и комбинированными свойствами.

3.4.5. Разработка современных цифровых платформ и экосистем для решения широкого круга актуальных народнохозяйственных задач (медицина, сельское хозяйство, экологическая безопасность, мониторинг сухопутных территорий и морских акваторий, в том числе арктических и др.), включающих интеллектуальные системы поддержки принятия решений, распознавания образов, математического моделирования, машинного обучения и обработки больших массивов гетерогенных данных (Big Data) является одним из ключевых направлений поставленной в стратегии научно-технологического развития Российской Федерации задачи перехода к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создания систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта.

К настоящему времени в рамках концепции облачных вычислений разработан ряд облачных платформ (Amazon AWS, Microsoft Azure, Google App Engine, Stax, 10gen, Google Wave, Force.com и др.), которые являются либо универсальными, либо ориентированы на какой-либо тип приложений. Однако, во-первых, среды, предложенные в рамках технологии облачных вычислений, не учитывают специфику интеллектуальных систем, в архитектуре которых выделяется дополнительный компонент – база знаний, а иногда и другие информационные ресурсы; во-вторых, подавляющее количество облачных платформ являются зарубежными разработками, что нарушает требования Правительства РФ об использовании российского программного обеспечения в стратегических областях экономики. Имеются также специализированные инструментальные системы, ориентированные на широкий класс построения систем с базами знаний (Level5 Object, G2, Clips, Loops, VITAL, KEATS, OSTIS, AT-ТЕХНОЛОГИЯ и др.). Однако предлагаемые модели представления знаний не ориентированы на экспертов. Остается также открытым вопрос их сопряжения с решателем задач и пользовательским интерфейсом, отсутствует высокоуровневая инструментальная поддержка всех этапов технологии разработки систем с базами знаний и их интеграция с системами, реализованными на различных вычислительных платформах.

Известная и актуальная в области компьютерного зрения (КЗ) проблема Structure from Motion (SfM) активно исследуется в мире уже на протяжении длительного времени. За это время было предложено много подходов, эффективность которых, однако, в значительной степени базируется на достаточно существенных ограничениях относительно входных данных. Основным из этих ограничений является предположение о статичности сцены. Однако эти подходы становятся непрактичными для сцен из реальной жизни. Учет динамических объектов при реконструкции сцены существенно усложняет решение проблемы. Поэтому моделирование динамических сцен – проблема актуальная в КЗ и в робототехнике не только в силу растущих требований со стороны большого числа

практических приложений, но и в силу присущей проблеме сложности. Цель исследований в этом направлении – восстановить изменяющееся во времени математическое описание сцены, используя только видео с камер-

Природная среда подвергается антропогенным воздействиям в виде загрязнений и промысловых изъятий особей в популяциях и сообществах. Среда обитания меняется также под влиянием изменения климата. Эти обстоятельства стимулируют экспериментальные и теоретические исследования популяций, сообществ и экосистем, происходящих в них процессов. Создаются базы экспериментальных данных, в том числе используются дистанционного зондирования поверхности Земли. Эта информация во многом остается недостаточной и неточной. Обработка этих данных сопрягается с теоретическими исследованиями биологических и экологических процессов, в том числе на внутриклеточном и молекулярном уровнях.

В настоящее время не решены с нужной точностью задачи расчета прохождения излучения через атмосферу и взаимодействия излучения с подстилающей поверхностью. Решение этих задач позволит откалибровать данные с российских космических аппаратов и создать технологии принципиально новых востребованных продуктов.

3.5. Основные ожидаемые результаты по итогам реализации научно-исследовательской программы и возможность их практического использования (публикации, патенты, новые технологии)

3.5.1. При проведении исследований в области лазерной физики, нано- и биофотоники, наноплазмоники, нанометрии, оптических сенсоров, лазерной нанофабрикации, оптических систем медицинской диагностики, дистанционного мониторинга, лазерных технологий обработки материалов, лазерных аддитивных технологий будут получены следующие результаты. В области экологии и биомедицины: принципы и технологии создания высокочувствительных рецепторных центров оптических хемосенсоров на основе пространственно-упорядоченных природных и синтетических нанофазных и супрамолекулярных полимерных комплексов; оптические методы диагностики и характеристики состояния организмов водной и наземной биоты; оптические методы регистрации реакции специфических живых организмов как природных индикаторов экологического состояния окружающей среды; новые методы и системы оптической неинвазивной диагностики функционирования сердечно-сосудистой системы человека; ультрачувствительные адаптивные лазерные биосенсоры селективного и неселективного типа; на основе развития методов лидарного зондирования, солнечной фотометрии и поляриметрии ясного неба будут получены экспериментальные результаты динамики вертикального распределения радиационных характеристик атмосферного аэрозоля и построена статистически обоснованная региональная эмпирическая модель свойств аэрозольных частиц, учитывающая изменчивость адвекции аэрозоля и температурно-влажностного режима атмосферы на всех уровнях тропосферы на различных временных интервалах, выявлены источники поставки континентального аэрозоля в атмосферу юга Приморья и прилегающих морских акваторий. В области создания новых материалов: методы формирования субмикронных структур для получения многослойных пространственно-упорядоченных элементов фотоники и фотонных кристаллов с использованием природных биополимеров; нелинейно-оптические нанокompозитные материалы на основе наночастиц металлов, диэлектриков и полупроводников; создание масштабируемой, высокопроизводительной и дешевой технологии фабрикации двухмерных и трехмерных метаповерхностей с использованием комбинированных подходов для ускорения лазерной печати; модели

формирования оптических свойств и способы управления ими для диэлектрических и полупроводниковых наноструктур и наносистем; лазерные аддитивные технологии создания экономнолегированных алюмоматричных композитов, способных обеспечить заданный комплекс различных физико-механических свойств, применительно к эксплуатации в экстремальных условиях; научные основы конструирования гетерофазных материалов пониженной плотности с применением лазерных технологий обработки материалов пониженной плотности на основе магния, алюминия и титана с использованием лазерного излучения высокой мощности; цифровые методы управления спектром и интенсивностью излучения матричных излучателей, имитирующих природоподобные циклы для создания новых высокоэффективных источников излучения с высокими эксплуатационными свойствами максимально раскрывающих потенциал растений. В области создания систем мониторинга и безопасности: принципы организации и построения волоконно-оптических измерительных систем для сейсмоакустического и деформационного мониторинга природно-техногенных систем, отличающихся значительной протяженностью и сложными механизмами взаимосвязи природной и техногенной компонент; адаптивных лазерных голографических систем мониторинга и диагностики ответственных технических конструкций и инженерных сооружений.

3.5.2. При проведении исследований в области физики конденсированного состояния ожидаются следующие результаты. Будет синтезирован широкий набор сверхтонких высокоупорядоченных кристаллических пленок, толщина которых соответствует физическому пределу и составляет один моноатомный слой и сверхрешеток на основе кремния, и определены их структурные, электронные, оптические, термоэлектрические и транспортные свойства. Полученные результаты будут иметь существенную как фундаментальную, так и технологическую значимость. Научная значимость заключается в том, что будут расширены и детализированы представления о структуре, электронных и транспортных свойствах низкоразмерных материалов предельно малых толщин, а также о механизмах тепло- и токопереноса и фототоотклика в гибридных МОП структурах с туннельнотонким слоем оксида кремния и сверхрешетках на основе кремния. Это послужит существенным вкладом в развитие современной физики конденсированного состояния для случая, когда известные квантовые явления реализуются в высокоупорядоченных кристаллических слоях минимальной атомной толщины. Технологическая значимость заключается в создании новых низкоразмерных материалов с уникальными свойствами с перспективой их использования в наноэлектронике и спинтронике. В частности, будет создан планарный пленочный термоэлектрический преобразователь, в котором в качестве его ветвей будут использованы мультислойные структуры n- и p-типа проводимости. Учитывая наш предыдущий опыт публикаций в международной печати, можно с уверенностью утверждать, что ожидаемые результаты будут мирового уровня, который соответствует публикациям в высокорейтинговых международных журналах, входящих в первую четверть (Q1).

3.5.3. При проведении исследований в области систем управления ожидаются следующие результаты. Создание новых методов синтеза высокоточных систем управления и навигации, комплексной обработки информации и планирования действий подводных робототехнических объектов, мобильных и промышленных роботов, выполняющих сложные технологические операции в заранее неопределенной обстановке в условиях параметрической неопределенности, в том числе: разработка методов синтеза высокоточных

адаптивных и самонастраивающихся систем управления движением автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА) и их групп, учитывающих многократные изменения их параметров в процессе выполнения подводных операций, а также влияния между всеми степенями свободы при движениях по сложным пространственным траекториям, неизмеряемых внешних воздействий со стороны вязкой среды, ограничений мощности исполнительных устройств и шумов в данных, поступающих от бортовых датчиков; разработка методов комплексной обработки информации, поступающей от бортовых датчиков АНПА, для определения положения, ориентации и параметров движения АНПА, а также формирования картины окружающей обстановки; разработка методов автоматического планирования действий АНПА и их групп в заранее неизвестной и непрерывно изменяющейся обстановке при автономном выполнении заданных миссий; разработка новых методов диагностирования и отказоустойчивого управления, позволяющие определять неисправности, возникающие в исполнительных и сенсорных устройствах АНПА; разработка методов построения эффективных ИИУС АНПА, позволяющих реализовать разработанные алгоритмы управления, обработки информации и планирования в реальном масштабе времени и обеспечить интеграцию ИИУС отдельных АНПА в единую систему группового управления. Создание новых методов синтеза информационно-управляющих систем промышленных роботов (ПР) с системами технического зрения (СТЗ), предназначенных для интеллектуальных производств нового поколения, в том числе: разработка методов высокоточного определения положения и ориентации различных деталей, закрепленных в рабочей зоне ПР, основанные на использовании мобильных и стационарных СТЗ; разработка методов идентификации математических моделей ПР с целью уточнения их кинематических параметров и, как следствие, увеличения точности выполнения операций, требующих высокоточного позиционирования рабочего инструмента; разработка методов переноса траекторий движения рабочих органов ПР с эталонной модели на модель детали, полученную с помощью СТЗ, в том числе с учетом деформации; разработка методов автоматического планирования оптимальных траекторий движения нескольких ПР при их совместной работе на одном участке, исключая их столкновения между собой и с окружающим оборудованием, а также не требующих прерывать движение ПР в случае, когда они работают в одном участке рабочей зоны; разработка методов построения ИИУС ПР, включающих в свой состав стандартное закрытое промышленное оборудование и различные средства для получения информации о рабочей среде, обеспечивающих их эффективное совместное функционирование при автоматическом выполнении сложных производственных операций в заранее неопределенной обстановке; разработка новых типов систем человеко-машинного интерфейса ИИУС ПР на основе систем виртуальной и дополненной реальности, позволяющих осуществлять отображение и манипулирование трехмерными моделями обрабатываемых деталей, получаемыми с помощью СТЗ, и эталонными моделями. Разработка информационно-аналитического обеспечения для эффективного управления в теплоэнергетике, предназначенного для реализации программ энергосбережения, в том числе: разработка новых методов и систем телеизмерения и телеуправления в электро-, тепло- и водоснабжении; разработка технологий автоматизации и диспетчеризации инженерных систем и сетей; разработка новых методов технической диагностики технологического и коммуникационного оборудования на основе активного мониторинга; усовершенствование методов метрологического контроля средств измерений; разработка систем и технологий для поддержки энергосбережения в промышленности и ЖКХ; создание информационной базы для

выполнения научно-исследовательских работ на основе объективных и достоверных результатов измерений в теплоэнергетике. Разработка прогнозирующих моделей показателей качества массообменных технологических объектов в условиях нестационарности. Разработка алгоритмов и компьютерных программ адаптации прогнозирующих моделей в условиях нестационарности. Разработка алгоритмов идентификации массообменных технологических объектов, разделяющих многокомпонентные смеси. Разработка алгоритмов идентификации технологических объектов в условиях ограниченного объема выборки данных и неопределенности моментов времени осуществления измерений выходных переменных. Создание новых методов диагностики электротехнических устройств, ориентированных на развитие электрофизических моделей дефектов и методов их идентификации и прогнозирования отказов в ответственном электроэнергетическом оборудовании с перспективой применения в области систем с наноэлектронными фрагментами.

Все новые результаты, полученные в процессе выполнения исследований, будут опубликованы в ведущих отечественных и зарубежных журналах и оперативно запатентованы. На их основе планируется создание новых технологий разработки перспективных интеллектуальных подводных и промышленных роботов с большим потенциалом коммерциализации и практического использования.

3.5.4. При проведении исследований в области механики сплошных сред ожидаются следующие результаты. Уточненные математические модели, модифицированные методы, алгоритмы расчета и результаты проведенных с их помощью исследований различных проблем гидроаэродинамики и механики сплошных многокомпонентных сред, в том числе: различных волновых процессов в океанах, морях и иных природных водоемах, нестационарных процессов в пористых и иных объектах природного и техногенного происхождения с учетом химических превращений и фазовых переходов. Модельные подходы к описанию и изучению процессов распространения деформаций в твердых телах со сложными (в том числе комбинированными) механическими свойствами; уточненные математические модели ударного деформирования нелинейных упругих и упругопластических сред; приближенно-аналитические и численные методы решения существенно нестационарных краевых задач динамики деформирования, адаптированные к изучаемым моделям твердых сред вычислительные схемы. Математические модели, постановки, методы и алгоритмы решения задач интенсивного термомеханического деформирования материалов со сложными реологическими свойствами в условиях ползучести и пластического течения; уточненные методы решения краевых задач динамики и квазистатики материалов с упругими, пластическими и вязкими свойствами. Результаты исследований направлены на развитие фундаментальных основ механики сплошных сред, а также на лучшее понимание сложных динамических процессов в гидроаэромеханике, механике деформируемых твердых и сплошных многокомпонентных сред. Разработанные модели и алгоритмы позволят решить ряд актуальных задач инженерной практики, послужат развитию существующих и созданию новых технологий в авиастроении, судостроении, энергетике, геомеханике и металлургии, могут быть использованы при анализе, прогнозировании и разработке технологий предотвращения ряда природных и техногенных катастроф. Полученные результаты будут опубликованы в высокорейтинговых научных изданиях (в том числе из первого квартала Web of Science).

3.5.5. При проведении исследований в области информационных технологий и математического моделирования ожидаются следующие результаты. Разработка моделей и методов взаимодействия программных компонентов, реализованных на различных вычислительных платформах и использующих общие базы знаний и сложно-структурированные данные. Разработка инструментария генерации программного кода с формально подтверждаемой корректностью поведения. Разработка инструментария для поддержки технологии создания интеллектуальных облачных сервисов с учетом статически или динамически конфигурируемой архитектуры. Разработка специализированных программных оболочек и прикладных интеллектуальных сервисов с генерацией адаптивных мультимодальных интерфейсов и высокоуровневыми средствами коллективного управления в процессе жизненного цикла. Создание на основе использования спутниковой информации методов автоматического обнаружения незаконных рубок отдельных деревьев ценных пород; диагностики тропических циклонов в открытом океане; расчета акустических характеристик океана по изображениям поверхности; ежедневного контроля положения судов в океане. Разработка методов, алгоритмов восстановления траекторий движения и реконструкции объектов в динамической сцене. Разработка методов, алгоритмов моделирования рабочих миссий автономного подводного робота в задаче инспекции подводных объектов с использованием видеоинформации. Исследование проблем популяционной динамики, в том числе при антропогенных воздействиях. Изучение процессов биологического продуцирования в водных экосистемах с учетом влияния среды обитания и ее изменений. По результатам фундаментальных исследований будет создан ряд прикладных инновационных разработок с высоким потенциалом последующего развития и коммерциализации.

3.6. Потребители (заказчики) результатов исследований научно-исследовательской программы (обязательно при наличии проектов, включающих проведение поисковых и прикладных научных исследований)

Потребителями полученных научных результатов по исследованиям в области лазерной физики, нано-, агро- и биофотоники, оптическим измерительным системам, системам мониторинга, системам технической и медицинской диагностики, лазерных аддитивных технологий станут организации судостроения и судоремонта (Дальневосточный завод «Звезда», АО «Центр судоремонта «Дальзавод», ПАО Судостроительный завод «Северная верфь»), авиастроения (ОАК ПАО «Компания «Сухой», АО «Вертолёты России», завод «Прогресс»), предприятия агропромышленного комплекса, предприятия производители медицинского оборудования

Потребителями полученных научных результатов по исследованиям в области подводной робототехники могут быть организации, занимающиеся проектированием АНПА нового поколения, исследованием и освоением Мирового океана, включая строительство и обслуживание подводных гидросооружений, разведку и добычу полезных ископаемых, разведение и добычу биологических ресурсов и выращивание марикультур, а также морские аварийно-спасательные службы. Полученные результаты позволят расширить использование подводной робототехники, не только ограничившись традиционными для нее сферами (военной и научной), но и обеспечив выполнение достаточно сложных подводных операций в интересах гидростроительных, геологоразведочных, рыбодобывающих, а также нефтяных и газовых организаций и отраслей. Потенциальными пользователями в области создания информационно-аналитических систем в теплоэнергетике являются поставщики и потребители тепла, управляющие компании, а также топливно-энергетические отделы (департаменты) районных, городских и краевой администраций. В числе конкретных предприятий и

организаций – потребителей можно указать ИПМТ ДВО РАН, СКБ САМИ ДВО РАН, ИБМ ДВО РАН, ИПМех РАН, ИПУ РАН, ДВФУ, МГУ им. адмирала Г.И. Невельского, Минобороны, ТОФ, МЧС, заводы Прогресс, Аскольд, Дальприбор, Дальзавод, Дальневосточная генерирующая компания, Примтеплоэнерго, Владивостокское Предприятие Электрических Сетей, Примводоканал, Дальневосточная Энергетическая Компания и другие промышленные предприятия.

Потребителями полученных научных результатов по исследованиям в области управления химико-технологическими процессами станут различные нефтеперерабатывающие и нефтехимические комбинаты, в первую очередь АО «Газпромнефть-ОНПЗ» (г. Омск), ООО «Газпром нефтехим Салават» (г. Салават).

Потребителями полученных научных результатов по исследованиям в области информационных технологий и математического моделирования станут научно-исследовательские институты РАН, университеты, министерства, ведомства, Российские и международные организации по информационному обеспечению и развитию информационных технологий, по охране природной среды, профильные департаменты правительства субъектов Российской Федерации, в том числе Администрации Приморского края.

Потребителями полученных научных результатов по исследованиям в области механики сплошных сред могут стать организации и подразделения МЧС России, предприятия энергетической отрасли, предприятия судостроительной и авиационной промышленности.

РАЗДЕЛ 4. РАЗВИТИЕ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ОРГАНИЗАЦИИ

4.1. Возрастная и квалификационная характеристика научных сотрудников организации

Возрастная характеристика: до 39 лет - 71 чел., от 40 до 49 лет – 38 чел., от 50 до 59 лет – 16 чел., от 60 до 69 лет – 19 чел., старше 70 лет - 10 чел. Всего 154 чел.

Квалификационная характеристика: академиков РАН – 2, членов-корреспондентов РАН – 3, докторов наук – 32 чел., кандидатов наук – 82 чел.

4.2. Программа развития и управления кадровыми ресурсами

4.2.1. Организация научно-образовательной деятельности на базе научной организации, включая стратегию взаимодействия с вузами по отбору, привлечению и развитию молодых кадров.

1) Развитие научно-образовательных и учебно-научных центров, в том числе научно-образовательного центра «Нанозифика и наноэлектроника» совместно с ДВФУ. Открытие в ДВФУ новой базовой кафедры «Фотоника и цифровые лазерные технологии».

2) Организация подготовки бакалавров и магистров, учебной, производственной, научно-исследовательской и педагогической практики, защиты курсовых и дипломных работ и проектов и магистерских диссертаций.

3) Подготовка специалистов высшей квалификации через аспирантуру (по 5 специальностям) и докторантуру.

4) Повышение эффективности деятельности двух действующих в ИАПУ ДВО РАН диссертационных советов по специальностям 05.13.01 - системный анализ, управление и обработка информации (технические науки); 05.13.11 - математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов, компьютерных сетей (технические науки); 05.13.18 - математическое

моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки, физико-математические науки); 01.04.10 - физика полупроводников (физико-математические науки); 01.04.21 - лазерная физика (физико-математические науки); 03.01.02 - биофизика (физико-математические науки).

4.2.2. Программа академической мобильности

Создание системы постдоков, прием зарубежных исследователей, аспирантов.

4.2.3. Мероприятия по развитию существующего кадрового состава

Организация конференций молодых ученых и специалистов, поощрение участия научных сотрудников в российских и международных конференциях; направление на кратковременную учебу и повышение квалификации сотрудников планово-финансовых и хозяйственных подразделений, организация обучения сотрудников и руководителей по обязательным программам, связанным с охраной труда.

4.2.4. Организация работы с научными кадрами

Применение конкурсного порядка замещения вакантных должностей научных сотрудников. Периодическое проведение аттестации научных работников с целью определения их соответствия занимаемой должности.

РАЗДЕЛ 5. РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОРГАНИЗАЦИИ

5.1. Краткий анализ соответствия имеющейся научно-исследовательской инфраструктуры организации научно-исследовательской программе

5.1.1. Информация о структурных подразделениях научной организации.

В структуру ИАПУ ДВО РАН входит 20 исследовательских лабораторий, сформированных в 5 научных отделах по соответствующим магистральным направлениям исследований:

1) Отдел оптоэлектронных методов исследования газообразных и конденсированных сред (Лаборатория прецизионных оптических методов измерений, Лаборатория физических методов мониторинга природных и техногенных объектов, Лаборатория лазерных методов исследования вещества, Лаборатория новых функциональных материалов фотоники).

2) Отдел информационных технологий и математического моделирования (Лаборатория математического моделирования биофизических процессов, Лаборатория машинной графики, Лаборатория спутникового мониторинга, Лаборатория интеллектуальных систем).

3) Отдел механики сплошных сред (Лаборатория механики необратимого деформирования, Лаборатория нелинейной динамики деформирования, Лаборатория механики жидкости и газа).

4) Отдел проблем управления (Лаборатория управления надежностью сложных систем, Лаборатория систем управления технологическими процессами, Лаборатория технической диагностики, Лаборатория робототехнических систем, Лаборатория информационно-аналитических и управляющих систем и технологий).

5) Отдел физики поверхности (Лаборатория технологии двумерной микроэлектроники, Лаборатория гибридных структур, Лаборатория технологии полупроводников и диэлектриков, Лаборатория оптики и электрофизики).

В ИАПУ ДВО РАН созданы и работают 5 центров коллективного пользования (ЦКП):

- 1) Центр коллективного пользования уникальным аналитическим оборудованием ДВО РАН "Дальневосточный вычислительный ресурс" (ЦКП ДВВР).
- 2) Центр "Лазерные методы исследования конденсированных сред, биологических объектов и мониторинга окружающей среды" (ЦКП ЛАМИ).
- 3) Центр лазерных технологий ИАПУ ДВО РАН (ЦЛТ).
- 4) ЦКП Регионального спутникового мониторинга окружающей среды ДВО РАН (Спутниковый центр ДВО РАН).
- 5) Центр коллективного пользования уникальным аналитическим оборудованием "Дальневосточный центр диагностики поверхности твердых тел" (ДВ ЦКП ДПТТ).

5.1.2. Существующая научно-исследовательская инфраструктура и приборная база.

ИАПУ ДВО РАН располагает развитой научно-исследовательской приборной базой, которая в частности включает:

1) Четырехантенный комплекс приема, обработки, поставки и архивирования спутниковой информации в режиме реального времени, включая: антенную подсистему на базе локатора «Метеорит» с приемным трактом ЭТРА-Плюс на 1.7 и 8 ГГц и зеркалом диаметром 3 м; двухантенный комплекс UKW Teknik с зеркалами 1.2 м и 3.7 м, тракт 1.7 ГГц; комплекс хранения и обработки спутниковых данных Yotta Y1-16SAEU4B (AXUS); станцию приема данных с метеорологических спутников 2.4 XLSA (Orbital Systems) (1.7 и 8 ГГц).

2) Комплекс фемтосекундной лазерной искровой спектроскопии Millennia-PRO 5s / SpitFirePro5 (Spectra Physics, USA) / Topas (Light Conversion, USA).

3) Комплекс для мониторинга состояния атмосферы на основе трехчастотного лидара для высотного зондирования атмосферного аэрозоля, озонового лидара 308-353 нм и солнечного фотометра SP9.

4) Комплекс для регистрации сверхбыстрых оптических сигналов "Flame Vision Pro System".

5) Система мало- и широкоугольного рассеяния рентгеновского излучения HesusS3-MICRO.

6) Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ) для низкотемпературных (20-300 К) исследований "OMICRON, VT-25".

7) Установка для исследования поверхности методом СТМ и фотоэлектронной спектроскопии с угловым разрешением "OMICRON, SientaR3000 ARPES".

8) Комплекс для низкотемпературных (5-300 К) измерений оптических спектров пропускания и отражения, спектров фотолюминесценции и фотопроводимости наноструктур и объемных образцов MSDD 1000 RTI Ltd и SOLAR TII.

9) Гибридный многопроцессорный вычислительный комплекс SMH11 с суммарной пиковой производительностью 18 Тфлопс и вычислительный кластер IRUS17 с 10 вычислительными блоками iRU ROCK S2812, формирующих 40 вычислительных узлов.

10) Сканирующий электронный микроскоп Hitachi S3400 с приставками энергодисперсионного (EDX UltraDry, ThermoScientific) и волноводисперсионного (MagnaRay, ThermoScientific) анализа.

11) Микроскоп настольный электронный Hitachi TM1000 для экспресс-анализа.

12) Атомно-силовые микроскопы NanoDST (Pacific Instruments, USA), Solver P-47 (NT-MDT, Россия).

13) Фурье-спектрометр BRUKERVERTEX 80v для исследования оптических спектров твердотельных образцов в диапазоне от 0.4 до 200 мкм с набором аналитических приставок.

14) Аппаратурный комплекс для мониторинга состояния фитопланктонных сообществ и растворенного органического вещества воде с оригинальным проточным флюориметром.

15) Программно-технический комплекс для автоматизации научных исследований физико-химических свойств веществ - Система для молекулярно-лучевой эпитаксии структур Si-Ge производства RIBERSiva 21Si-Ge.

16) Установка для исследования эффекта Холла в температурном диапазоне 1.5-300 К и магнитном поле до 8 Тесла.

17) Сверхвысоковакуумная установка UnisokuUSM1500 с криогенным сканирующим туннельным микроскопом и сверхпроводящим магнитом.

18) Оптический параметрический генератор с накачкой импульсным твердотельным Nd:YAG лазером, с модулем удвоения частоты для получения генерации в ультрафиолетовом диапазоне VIBRANT B LD 355-UV.

19) Комплекс регистрации и обработки слабых оптических сигналов Andor с охлаждаемым ПЗС-детектором и набором дифракционных решеток со спектральным диапазоном 200-1200 нм и разрешением до 0.1 нм.

20) Набор импульсных лазеров: твердотельный лазер CFR200; наносекундный лазер Brilliant Ultra с неустойчивым резонатором и блоком генерации второй гармоники; лазер трехволновой твердотельный импульсный Quantel с длинами волн излучения 355, 532 и 1064 нм; лазер твердотельный импульсный Brio (532 нм, 60 мДж); лазерная система Solar LQ215 (355/532 нм, 10/50 мДж).

21) Набор твердотельных лазеров с фиксированной длиной волны излучения DENICAF-1064, PULSELAS-P-532-300, LCS-DTL-317, IRCL-300-1064S.

22) Лазерный комплекс на основе твердотельных лазерных модулей с диодной накачкой (Melles Griot, США), длины волн 405, 442, 471, 532, 561, 785 нм, средняя мощность 20 мВт.

23) Источники широкополосного излучения: стабилизированный мультиволновой источник света; волоконно-оптический источник некогерентного оптического излучения ASE730; источник широкополосного когерентного оптического излучения SuperK Extreme (NKT Photonics, США).

24) Набор измерителей параметров лазерного излучения: оптический анализатор AQ-6331; спектрометр Maya 2000 Pro; спектрометр двухканальный THORLABS PM320E; спектрометр оптический для регистрации спектров быстропротекающих процессов Andor iStar; спектрометр оптоволоконный с погружаемым модулем; установка высокоскоростной регистрации оптических спектров High Speed Spectrometer Andor Shamrock 303i; оптическая система анализа поляризации входного излучения; оптическая система формирования линейно-поляризованного излучения; поляриметр PAX5710VIS-T с доп. сенсором PAN5710IR2; анализаторы оптического спектра YOKOGAWA AQ6370B, YOKOGAWA AQ6373, A19-U2 портативный.

25) Набор спектрометров для измерения оптического поглощения, отражения и люминесценции: спектрофлуориметр Varian Cary Eclipse; спектрофотометр УФ-ИК Varian Cary 5000i с набором приставок для измерения абсолютного отражения, прямого и обратного рассеяния и измерения отражения при различных углах падения излучения; спектрофлуориметр Horiba Fluorolog3 с приставками для измерения абсолютного квантового выхода и времени жизни люминесценции в диапазоне 250-850 нм.

26) Установка гибридная ионного утонения с электронно-лучевым комплексом для нанолитографии Hitachi (Япония).

27) Установка нанесения многослойных покрытий для микроскопии и электронной микроскопии Advavac (Канада, Россия).

28) Набор лабораторного оборудования для пробоподготовки: система пробоподготовки компактная MiniMet 1000 (Buehler, USA); прецизионный отрезной станок IsoMet 1000 (Buehler, USA); оборудование лабораторное для микрофльтрации KW-4A; прибор для изготовления микропипеток, волоконно-оптических датчиков и нано-распыляющих кончиков Puller P-2000 (Sutter Instrument, USA); станок CNC-3050AL-S; электропечь лабораторная SNOL4/1300.

29) Установка для исследования поверхности твердых тел методом электронной оже-спектроскопии (Varian Inc, USA).

30) Комплексная установка для исследования поверхности твердых тел методами ДМЭ и четырехзондового измерения сопротивления (Riber, France)

31) Сверхвысоковакуумные установки для выращивания кристаллических пленок методами молекулярно-лучевой эпитаксии: комплексная установка КАТУНЬ с лазерным эллипсометром ЛЭФ-754 (ИФП СО РАН, Россия); комплексная установка Compact (Omicron Nanotechnology GmbH, Германия).

32) Дистанционно управляемые мобильные аппараты: три типа дистанционно управляемых мобильных робота (шагающий, гусеничный и колесный); шестистепенной манипулятор KUKA KR60; телеуправляемый подводный аппарат RB300; мобильный робот с бионическим манипулятором и стереоскопической системой технического зрения; лазерные сканеры Gocator LMI Gocator 3280 A; универсальные электромеханические стенды для исследования систем управления; малогабаритный автономный подводный аппарат.

5.2. Основные направления и механизмы развития научно-исследовательской инфраструктуры организации (включая центры коллективного пользования и уникальные научные установки)

Значительная часть исследований, предусмотренных настоящей Программой развития, носит экспериментальный характер. Для получения результатов мирового уровня требуется современное научное оборудование. ИАПУ ДВО РАН обладает обширной экспериментальной базой (см.п.5.1.2), однако значительную ее часть (более 80%) составляет научное оборудование старше 5 лет. В этой связи для реализации Программы развития требуется обновление или модернизация приборной базы Института, в первую очередь в следующих группах:

- оборудование для спектроскопии (Раман-спектрограф, оптический спектрограф) и микроскопии;
- специализированные источники, приемники и измерители параметров лазерного и широкополосного излучения;
- специализированное оборудование для измерения параметров сверхслабых электромагнитных полей и токов;
- оборудование для прецизионного нанесения диэлектрических и металлических пленок и покрытий;
- универсальная температурная камера с большим диапазоном рабочих температур;
- оборудование для высокопроизводительных вычислений, хранения и управления большими объемами данных;
- оборудование для приема данных со спутников нового поколения;
- стенды для испытания робототехнических систем.

Обновление/модернизация экспериментального оборудования будет осуществляться за счет гранта в форме субсидии из федерального бюджета (Пилотный проект «Обновление приборной базы ведущих организаций, выполняющих научные исследования и разработки, академического сектора»), а также из внебюджетных средств (гранты научных фондов, договоры НИР и т.д.). При приобретении нового оборудования предпочтение будет отдаваться отечественным производителям. Новое оборудование будет использоваться, в том числе, в работе центров коллективного пользования Института.

РАЗДЕЛ 6. РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ НАУЧНОЙ КОММУНИКАЦИИ И ПОПУЛЯРИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

В целях совершенствования системы научной коммуникации и популяризации результатов научных исследований Программой развития предусмотрены следующие мероприятия:

- 1) Создание и развитие в Институте службы по связям со средствами массовой информации.
- 2) Подготовка и публикация регулярного пресс-релиза о научных достижениях Института в региональных и центральных научно-популярных изданиях, в том числе электронных.
- 3) Проведение на базе Института инновационных и технологических выставок, венчурных ярмарок, научных семинаров и конференций, а также молодежных научных школ с привлечением СМИ.
- 4) Организация и проведение на базе Института ознакомительных экскурсий и профориентационных мероприятий для школьников, абитуриентов и студентов.
- 5) Развитие интернет-сайта Института.
- 6) Создание и ведение информационных страниц Института в социальных сетях.

РАЗДЕЛ 7. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

В целях совершенствования системы управления Института Программой развития предусмотрены следующие мероприятия:

- 1) Создание и внедрение системы электронного документооборота.
- 2) Создание системы премирования за получение выдающихся научных результатов (публикация в высокорейтинговых изданиях, высокий уровень цитирования) и внедрение результатов НИР в производство.
- 3) Создание системы контроля качества выполняемых научно-исследовательских работ через проведение внутренней экспертизы с привлечением внешних экспертов.

РАЗДЕЛ 8. СВЕДЕНИЯ О РОЛИ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В ВЫПОЛНЕНИИ МЕРОПРИЯТИЙ И ДОСТИЖЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ И ЗНАЧЕНИЙ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «НАУКА» И ВХОДЯЩИХ В ЕГО СОСТАВ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

Реализация Программы развития ИАПУ ДВО РАН в 2019-2023 г.г. позволит достичь следующих результатов и значений целевых показателей Национального проекта «Наука»:

- Увеличение количества статей в изданиях, индексируемых в международных базах данных, к 2022 году – на 20% (относительно 2017 г.), к 2023 году – на 30%.
- Увеличение количества заявок на получение патента на изобретение к 2020 году – на 100 % (относительно 2017 г.), к 2021 году – на 125%.
- Увеличение количества патентов к 2022 году – на 25% (относительно 2017 г.), к 2023 году – на 50%.
- Увеличение доли исследователей в возрасте до 39 лет к 2023 году - более 49,7%, к 2024 году – более 50,1%.
- Увеличение численности российских и зарубежных ученых, работающих в организации и имеющих статьи в научных изданиях первого и второго квартилей, индексируемых в международных базах данных, к 2021 году – на 15% (относительно 2017 г.), к 2023 году – на 28%.
- Увеличение числа аспирантов, успешно защитивших диссертационную работу и выбравших карьеру исследователя или преподавателя, в 2024 г. относительно 2017 г. – в 3 раза.
- Обновление приборной базы в 2019 году – на 8 %, в 2020 году – на 12%, в 2021 году – на 15%.
- Объем расходов на эксплуатацию обновляемой приборной базы и источниках их финансового обеспечения; о полной учетной стоимости приборной базы, планируемой к приобретению организацией за счет средств гранта в форме субсидии 2019 - 2177 тыс. руб.; 2020- 2703 тыс. руб.; 2021 - 3167 тыс. руб.; 2022 - 3650 тыс. руб.; 2023 - 3990 тыс. руб.
- Полная учетная стоимость приборной базы на 1 января 2018 года 739 249 тыс. руб. (списание приборной базы в течение срока реализации Программы развития не планируется).
- Увеличение объема внебюджетных средств в 2021 г. (относительно 2017 г.) – на 14%, в 2022 г. – на 26%, в 2023 – на 42%.

- Организацию выпуска 1 международного научного журнала, с включением его в базу данных РИНЦ к 2021 году, и в базу данных Scopus – к 2023 г.
- Сотрудники Института примут участие в 29-ом Всемирном математическом конгрессе в г. Санкт-Петербург в 2022 г.

Программа развития Института предполагает, что исследования, проводимые в ИАПУ ДВО РАН, внесут вклад в выполнение Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017 - 2025 годы (Утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996) в части разработки технологий агробιοфотоники, способных обеспечить стабильный рост производства сельскохозяйственной продукции, независимость и конкурентоспособность отечественного агропромышленного комплекса.

Исследования, проводимые в Институте, предполагают использование источников синхротронного излучения (СИ). Основными преимуществами источников СИ являются высокая яркость, позволяющая проводить структурные и спектроскопические исследования с экстремально высоким пространственным и временным разрешением. Кроме того, использование поляризационных свойств СИ позволяет исследовать пространственную и магнитную анизотропию объектов. Актуальными областями применения СИ для научных исследований ИАПУ ДВО РАН являются:

- разработка физических основ создания материалов с новыми свойствами на основе новых знаний о строении и свойствах квантовых материалов с помощью исследования их электронной, спиновой и магнитной структуры;
- рентгеновская дифрактометрия высокого пространственного и временного разрешения для биосенсорики и исследования нано и биоматериалов;
- рентгеновская микроскопия и томография современных, в том числе полупроводниковых, материалов;
- метрология, рентгеновская нано-литография, размерная обработка материалов и изготовление различных деталей, механизмов и устройств с размерами меньше микрометра;
- МЭМС – системы и сенсоры.

В этой связи Программа развития Института предполагает использование научными группами и лабораториями Института научной инфраструктуры существующего источника синхротронного излучения НИЦ «Курчатовский институт», а также синхротрона, который планируется создать в г. Владивостоке на острове Русский.

РАЗДЕЛ 9. ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ

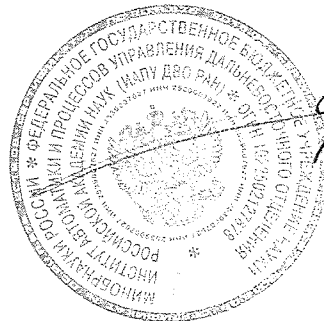
№	Показатель	Единица измерения	Отчетный период	Значение				
				2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год
1.	Общий объем финансового обеспечения Программы развития ¹	тыс. руб.	300 078,83	352 686,64	369 410,06	379 101,64	325 300,00	336 000,00
	Из них:							
1.1.	субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания из федерального бюджета	тыс. руб.	236 871,90	225 512,80	229 522,10	233 412,60	237 300,00	241 300,00
1.2.	субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания из бюджета Федерального фонда обязательного медицинского страхования	тыс. руб.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.3.	субсидии, предоставляемые в соответствии с абзацем вторым пункта 1 статьи 78.1 Бюджетного кодекса Российской Федерации	тыс. руб.	7 840,56	70 902,57	64 500,00	64 500,00	0,00	0,00
1.4.	субсидии на осуществление капитальных вложений	тыс. руб.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.5.	средства обязательного медицинского страхования	тыс. руб.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.6.	поступления от оказания	тыс. руб.	55 366,37	56 271,27	75 387,96	81 189,04	88 000,00	97 700,00

¹ Указывается в соответствии с планом финансово-хозяйственной деятельности организации

	услуг (выполнения работ) на платной основе и от иной приносящей доход деятельности							
1.6.1.	В том числе, гранты	тыс.руб.	29 550,00	27 000,00	29 000,00	30 000,00	31 000,00	33 000,00

Директор ИАПУ ДВО РАН
член-корреспондент РАН

30.12.2019



Р.В.Ромашко