

**Пятая школа молодых ученых  
«Мониторинг природных и техногенных систем»  
20-22 ноября 2023 г.**

**Второе информационное сообщение**

Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук объявляет о проведении 20-22 ноября 2023 г. Пятой школы молодых ученых «Мониторинг природных и техногенных систем», которая организуется при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках выполнения проекта № 19-77-30008-П.

Проведение Школы планируется в комбинированном формате: очно и дистанционно с использованием телеконференционных технологий.

Программа Школы, включающая лекции ведущих российских специалистов и мастер-классы по работе с современным экспериментальным оборудованием, размещена на сайте <https://conf.icmm.ru/e/mnts-2023> и в данном сообщении.

**Заявка на участие**

Регистрация участников осуществляется на сайте Школы по адресу <https://conf.icmm.ru/e/mnts-2023> до 16 ноября 2023 г.

Организационный взнос для участников не предусмотрен.

**Место проведения**

При очном участии:

Школа проводится в г. Перми на базе ПФИЦ УрО РАН с проживанием в гостиницах города, сведения о которых можно найти по электронному адресу <http://hotel.perm.ru/>.  
Онлайн-карта города доступна на сайте <http://perm.2gis.ru/>

Информация о дистанционном участии и точный адрес проведения Школы будут высланы зарегистрированным участникам позднее.

**Важные даты:**

**15 ноября 2023 г.** – третье информационное сообщение, содержащее программу работы Школы

**до 16 ноября 2023 г.** – регистрация участников Школы

**Контакты:**

ПФИЦ УрО РАН  
ул. Академика Королева, д. 1  
Ответственный секретарь  
Юрлова Наталия Алексеевна  
[yurlova@icmm.ru](mailto:yurlova@icmm.ru)  
тел. +7 (342) 237 83 20



Оперативная информация о Школе размещена на сайте: <https://conf.icmm.ru/e/mnts-2023>



**ПРОГРАММА**  
**Пятой Школы молодых ученых**  
**«Мониторинг природных и техногенных систем»**

20 – 22 ноября 2023 г. Пермь

**Лекции:**

**Бабарыкин Валерий Николаевич**

**Опыт конструирования и производства кабелей для систем мониторинга**

С 2015 года завод «ИНКАБ» ведёт разработку и производство кабелей для различного рода систем мониторинга. Преимущественно решаются задачи нефтегазовой отрасли, но также есть примеры задач в электроэнергетике, в горнорудной промышленности, а также в городской инфраструктуре.

Уникальный набор оборудования завода позволяет варьировать конструкции и характеристики кабелей в весьма широком диапазоне, что позволяет кастомизировать разработки под определенные задачи и объекты.

Будут рассмотрены примеры кабельных конструкций, их оптимизация под определенные задачи и, собственно, описание решаемых ими задач, в их числе:

- кабели для мониторинга нефтегазовых скважин;
- кабели для мониторинга высокотемпературных скважин (паронагнетательные и геотермальные);
- кабели для мониторинга трубопроводов;
- кабели для мониторинга линий электропередач;
- температурный мониторинг высоковольтных кабельных линий;
- мониторинг деформации инфраструктурных объектов.

**Вильдеман Валерий Эрвинович**

**Вопросы экспериментальной механики материалов и конструкций**

На примере работы Центра экспериментальной механики ПНИПУ анализируются возможности современных испытательных систем и актуальные методологические вопросы экспериментальных исследований материалов и конструкций.

Внимание уделено вопросам реализации в эксперименте сложных напряженных состояний, близких к эксплуатационным сложным режимов комбинированных воздействий, использования синхронизированных видеосистем анализа полей

деформаций, аппаратуры высокоточного термосканирования и регистрации сигналов акустической эмиссии.

Рассмотрены некоторые перспективные приложения к решению задач, связанных с рациональным недропользованием, в частности, использование при расчетах устойчивости выработок теории закритического деформирования, обоснование и развитие моделей горной механики с позиций моделей механики деформируемого твердого тела, решение вопросов повышения долговечности оборудования за счет исследования вопросов усталости конструкционных материалов при сложных режимах нагружений, решение вопросов экспериментального определения характеристик трещиностойкости горных пород для решения задач гидроразрыва пласта.

**Гончар Александр Викторович**

### **Применение современных методов неразрушающего контроля для оценки фактического состояния материала и прогнозирования разрушения**

Прогнозирование остаточного ресурса материала всегда было актуальной задачей в рамках проблемы обеспечения промышленной безопасности. Существует высказывание: «Разрушение материала начинается с момента создания конструкции». Порой возникает закономерный вопрос: «Что делать, если необходимо продлить назначенный ресурс материала, в котором произошли процессы деградации микроструктуры?». Существуют ли методы и подходы, позволяющие «заглянуть» внутрь материала, не повреждая его, и судить о его фактическом состоянии, и отслеживать это состояние на протяжении всей жизни конструкции, прогнозируя момент разрушения по выработанным критериям?

Известно, что в конструкционных сталях в процессе их эксплуатации происходит сложный комплекс структурных преобразований: накопление микрповреждений, изменение кристаллографической текстуры, релаксационные процессы и др., приводящие к изменению ресурсных характеристик материала. Отдельной задачей стоит прогнозирование ресурса нержавеющей хромоникелевых сталей, широко используемых в атомной, химической и других отраслях промышленности. Такие стали, содержащие метастабильный аустенит, при эксплуатации могут претерпевать фазовые превращения, в результате чего из немагнитного аустенита образуется магнитная фаза деформационного мартенсита. Это вносит дополнительный вклад в изменение упругих, акустических, магнитных и прочностных свойств материала, что важно учитывать. Структурно-чувствительные методы неразрушающего контроля позволяют отслеживать изменения параметров материала и проводить оценку его фактического состояния.

В докладе обобщен 15 летний опыт решения научно технических задач по оценке фактического состояния материала различных объектов (космические двигатели, узлы гидротурбин ГЭС, палубы кораблей, колонны каталитического крекинга, железнодорожных рельс и колес локомотивов и др.) и представлены методы и подходы прогнозирования остаточного ресурса конструкционных сталей (в том числе нержавеющей сталей аустенитного класса) с применением ультразвукового, вихретокового, металлографического методов, ультразвуковой томографии, нейронной сети.

**Екидин Алексей Акимович**

## **Современные приборы и методы контроля выбросов радиоактивных веществ**

Современные ядерные технологии в энергетике, медицине промышленности и сельском хозяйстве – незаменимый инструмент для достижения глобальной повестки устойчивого развития. По данным МАГАТЭ, использование радиоактивных и ядерных материалов в мирных целях непосредственно способствует достижению девяти из 17 глобальных целей устойчивого развития, а косвенно способствует достижению всех из них.

Концепция устойчивого развития требует одновременного учета экономических, социальных и экологических аспектов любой осуществляемой и/или планируемой деятельности. Для того, ч.б. радиационный и ядерные технологии в полной мере служили глобальным целям устойчивого развития, они сами не должны им противоречить. Это значит, при очевидных положительных экономических и социальных эффектов их применения, риски для населения и окружающей среды не должны превышать приемлемый для общества уровень.

Общая тенденция для любого вида деятельности – постоянный рост требований по снижению воздействия на окружающую среду. В контексте ядерной энергетики такое требование означает необходимость постоянного снижения радиационного воздействия на человека и объекты окружающей среды при постоянном расширении количества контролируемых факторов облучения.

Гарантировать достижение/соблюдение приемлемый уровень радиационного риска при эксплуатации АЭС позволяют инновационные материалы, современные приборы и методы радиационного контроля.

**Жостков Руслан Александрович**

## **Чем полезны БПЛА в геофизике?**

Лекция посвящена применению беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для решения геофизических задач. Приводится краткий обзор возможностей специальных и малых БПЛА для аэрофотосъемки, включая тепловизионную и мультиспектральную, для исследований с помощью лидара и даже георадара.

Основная часть лекции посвящена личному опыту автора, полученному в многочисленных экспедициях в Арктику, Крым и на Камчатку. Приводятся примеры нестандартного использования БПЛА. Подробно раскрываются вопросы обработки данных фотограмметрии для построения цифровых моделей местности и ортофотопланов.

**Колесников Юрий Иванович**

## **Применение пассивного метода стоячих волн при решении задач инженерной сейсмологии**

В последние годы пассивный метод стоячих волн достаточно широко применяется в инженерной сейсмологии, в основном для обследования зданий и сооружений. Первые

такие работы были выполнены в Геофизической службе СО РАН, где была разработана методика выделения стоячих волн из записей микросейсм, зарегистрированных малокаанальной аппаратурой на плотной сети наблюдений с одной или несколькими опорными точками.

Методика основана на пересчете разновременных шумовых записей к «единому» времени с помощью фильтров Винера, что позволяет эффективно выделять из шума когерентные колебания, в частности, генерируемые им стоячие волны. В дальнейшем в ИНГГ СО РАН было показано, что стоячие волны можно успешно выделять из сейсмоакустических шумовых полей и простым суммированием большого числа амплитудных спектров шумовых записей. В этом случае когерентность колебаний в разных точках наблюдений не является необходимым условием, что существенно расширяет круг задач, решаемых методом стоячих волн. Критерием для идентификации стоячих волн является регулярность резонансных пиков, появляющихся в результате накопления амплитудных спектров шумовых записей (или квазирегулярность для волн с частотной дисперсией скорости, например, для изгибных волн).

В данном сообщении будут приведены примеры применения пассивного метода стоячих волн при решении задач инженерной сейсмологии на разных масштабных уровнях с привлечением результатов физического и численного моделирования.

**Макаров Павел Васильевич**

## **Деформационные процессы в элементах Земной коры. Автосолитонная концепция сейсмического процесса**

Проблема установления механизмов формирования очагов разрушения, включая катастрофические землетрясения, горные удары и различного рода обрушения в горных массивах с выработками, остается одной из главнейших фундаментальных задач геодинамики и механики в целом. Собственно землетрясения неразрывно связаны с медленными деформационными процессами, включая медленные деформационные возмущения, распространяющиеся из областей коллизии.

Эти возмущения распространяются в элементах земной коры со скоростями на 4-5 порядков меньших скорости звука (1-100 км/год). По гипотезе С.В. Гольдина и П.В. Макарова они являются аналогом фронтов Людерса в нагружаемых металлических образцах. П.В. Макаровым показано, что эти деформационные возмущения по своей физической природе являются деформационными автосолитонами и сформулирована автосолитонная концепция сейсмического процесса в целом. Согласно этой концепции, разломы как особые протяженные геологические образования являются стационарными автосолитонами, деформационные процессы в которых выражены существенно более ярко, чем в окружающей среде. Катастрофические подвижки элементов земной коры переводят разлом как автоструктуру в пульсирующий автосолитон, в котором скорость деформационных процессов возрастает на многие порядки. Эти динамические процессы порождают деформационные автосолитонные возмущения–бегущие автосолитоны, которые распространяются в элементах земной коры на расстояния в тысячи километров.

В настоящей работе установлено, что землетрясения могут породить бегущие деформационные автосолитоны, распространяющиеся во внутренних слоях земной коры, например, в гранитном или базальтовом. Причем, в верхнем осадочном слое эти деформационные процессы практически не выражены. Подобные возмущения зафиксированы сотрудниками Института Земной коры в глубоких шахтах.

**Смирнов Сергей Витальевич**

## **Проблемы оценки и прогнозирования прочности полимерных адгезивных соединений в элементах конструкций**

Полимерные соединения находят широкое применение в качестве защитных покрытий и клеев в узлах и деталях конструкций и устройств, предназначенных для работы под действием повышенных механических, термических и др. нагрузок. Благодаря хорошей адгезии полимеров к металлам и другим материалам, высокой механической прочности, термо- и влагостойкости и низкому коэффициенту трения, такие соединения могут длительно сохранять работоспособность и живучесть, а также продлевать эксплуатационные свойства традиционных металлических конструкций, в том числе в экстремальных условиях работы при возникновении внештатных ситуаций.

В лекции обсуждаются современные тенденции и достижения в области оценки и прогнозирования прочности полимерных адгезионных соединений в элементах конструкций и композиционных материалах для обеспечения их безопасной эксплуатации. Рассматриваются экспериментальные и расчетные методы определения адгезионной и когезионной прочности адгезивов и адгезивных соединений в условиях сложного напряженно-деформированного состояния и температурных воздействий. Описание методов иллюстрируется примерами из исследовательской практики.

Рассматриваются перспективные направления расширения использования полимерных адгезивных соединений в различных областях техники и пути решения возможных проблем повышения живучести элементов конструкций и машин с адгезивными соединениями в экстремальных внешних условиях. В лекции используются материалы из доступных научно-технических информационных источников, а также оригинальные результаты совместных исследований ИМАШ и ИОС УрО РАН.

**Трусов Петр Валентинович**

## **Многоуровневые конститутивные модели для описания деформирования сред со сложным строением: основные положения, структура, области применения**

В настоящее время создание любого сложного объекта, будь то лопатка газотурбинного двигателя, технологии термомеханической обработки изделий специального назначения или шахта для разработки минеральных ресурсов, начинаются с создания математических моделей (ММ). Значительная часть последних ориентирована на исследование поведения изделий при механических и термических воздействиях. Центральной частью, «сердцевиной» таких ММ являются определяющие соотношения (или конститутивные модели). Наиболее часто применимыми в практике «расчетчиков» до настоящего времени являются определяющие соотношения (ОС), основанные на макрофеноменологическом подходе. Такие ОС, основным преимуществом которых является относительно простые математические формулировки, обладают рядом существенных недостатков, главным из которых является их неуниверсальность.

В последние десятилетия интенсивно развиваются конститутивные модели, основанные на введении внутренних переменных, многоуровневом подходе и физических теориях

неупругости, в значительной мере свободные от этого недостатка. Рассматриваются основные положения, этапы построения и структура многоуровневых конститутивных моделей, приведены математические формулировки соотношений для описания поведения материалов на различных структурно-масштабных уровнях, некоторые примеры их применения для описания деформирования сред со сложным строением (главным образом – металлов и сплавов). Отмечается возможность построения аналогичных конститутивных моделей для анализа поведения горных пород.

**Филимонов Михаил Юрьевич**

### **Компьютерное моделирование температурных полей и несущей способности грунта с учетом данных мониторинга для объектов капитального строительства в криолитозоне**

(Филимонов М.Ю., Ваганова Н.А.)

Разработаны новые модели и компьютерные программы, описывающие распространение нестационарных тепловых полей в мерзлых грунтах со сложной литологией, как для технических систем на северных нефтегазовых месторождениях, так и для свайных фундаментов объектов капитального строительства.

Подход к моделированию учитывает особенности конструкций свайных фундаментов жилых зданий северных городов, эксплуатируемых по принципу сохранения мерзлого состояния грунта с использованием сезоннодействующих охлаждающих устройств и данных температурного мониторинга, доступного в режиме реального времени. Обоснована необходимость учета предыстории теплофизических параметров грунта и проведена верификация предложенного подхода.

Рассчитаны несущие способности свай для конкретных жилых зданий в городе Салехард, для которых разработаны цифровые модели, позволяющие в режиме реального времени учитывать данные температурного мониторинга и прогнозировать динамику изменения несущих способностей свайных фундаментов.

Аналогичные результаты получены для прогнозирования изменения динамики несущей способности грунта для аварийной опоры железнодорожного моста на 603 км железнодорожной линии Коротчаево-Новый Уренгой. Данная опора состоит из 12 свай большого диаметра, для которых учитывается также и солнечное излучение для свай, расположенных на южной части опоры, что позволяет наблюдать эффект теплового моста, когда за летний сезон накопленное тепло распространяется по свае в глубину быстрее, чем через грунт за счет более высокой теплопроводности бетона.

**Хайрулина Елена Александровна**

### **Мониторинг природных и техногенных ландшафтов**

Лекция направлена на формирование знаний в области проблем формирования вещественных связей между компонентами природных и техногенных ландшафтов, а также их пространственным перераспределением.

Будут представлены методики мониторинга, сбора и обработки результатов, разработки прогноза состояния ландшафтов, создания «экологических двойников».

Также будут рассмотрены нормативное обеспечение ведение производственного экологического контроля и мониторинга состояния окружающей среды на лицензионных участках, особенности ведения мониторинга биоразнообразия, формирование ESG-стратегии предприятий.

**Ярмошенко Илья Владимирович**

### **Методы мониторинга и контроля радона в атмосфере в жилищах, на рабочих местах и в других средах**

В лекции будет рассмотрены современные методы и средства измерения активности изотопов и дочерних продуктов радона в атмосфере, почвенном воздухе, и других средах:

- мгновенные, среднесрочные, интегральные и ретроспективные методы измерения;
- средства измерения на основе трековых детекторов, угольных адсорберов, фильтрующих материалов;
- методы радонового обследования площадок под строительство, новых и эксплуатируемых зданий, территорий;
- подходы к оценке доз облучения населения и персонала.

## **Мастер-классы:**

**Бельтюков Николай Леонидович**

### **Инструментальные методы контроля напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов камерной системы разработки месторождений**

Проектирование новых, расширение и реконструкция действующих предприятий по добыче полезных ископаемых невозможны без информации о напряженно-деформированном состоянии массива горных пород на месторождении. Кроме того, ещё одной важной задачей, решаемой посредством выполнения оценки напряженно-деформированного состояния (н.д.с.), является контроль состояния нагруженных элементов камерной системы разработки. Данная задача особенно актуальна на месторождениях водорастворимых руд, где разрушение таких элементов может привести к затоплению рудника.

Предлагаемый комплексный подход к оценке н.д.с. конструктивных элементов камерной системы разработки основан на использовании взаимодополняющих инструментальных методов контроля совместно с математическими моделями, учитывающими горно-геологические особенности месторождения.

Разрабатываемые методы контроля базируются на оригинальных представлениях о механизмах деформирования и разрушения горных пород, полученных в процессе выполнения многолетних теоретических и экспериментальных исследований. Это позволяет с высокой степенью точности проводить оценку н.д.с. в таких сложных условиях, как массивы квазипластичных и трещиноватых скальных пород, где использование других методов затруднено.

**Ляхин Юрий Сергеевич**

### **Современные проблемы мониторинга поверхностных водных объектов**

Оценка состояния поверхностных водных объектов на основе проводимого комплексного мониторинга является важнейшей задачей прикладной науки – гидрологии суши. При этом, получаемые на основе мониторинга результаты, должны служить основой при реализации различного рода проектов и мероприятий, а так же для принятия управленческих решений. Ввиду широкого разнообразия существующих водоемов и водотоков, особенностей их использования, формирования в них гидрологического и гидрохимического режимов и т.д., зачастую необходимо применять специфические подходы к их изучению и контролю состояния, с обязательным использованием современных средств и методов измерений. В начале доклада кратко представлены основные современные проблемы мониторинга поверхностных водных объектов. Более же детально, на конкретных примерах, будут представлены результаты решения водохозяйственных задач, связанных с обеспечением устойчивого питьевого и технического водоснабжения, минимизацией вредного воздействия вод ввиду затопления территории, исследование влияния на качество воды техногенных донных отложений.

**Морозов Илья Александрович**

## **Атомно-силовая микроскопия – исследование поверхностных и подповерхностных свойств материалов на микро- и наноуровне**

Атомно-силовой микроскоп (АСМ) относится к классу сканирующих зондовых микроскопов. Принцип действия АСМ основан на регистрации взаимодействия острия зонда с поверхностью исследуемого материала. Зонд представляет собой микроскопическую упругую консоль, на ее свободном конце закреплено острие - пирамидка, радиус скругления которой варьируется от единиц до десятков нанометров.

В докладе рассмотрены возможности атомно-силовой микроскопии в изучении структурных и физико-механических поверхностных и приповерхностных свойств материалов. Затрагиваются ограничения АСМ и актуальные нерешенные задачи. Представлены результаты исследования полимеров, композитов, функциональных покрытий, биологических объектов, минералов.