



Российский  
научный  
фонд



Российский научный фонд

Проект № 19-77-30008

«Разработка теоретических основ и практических методов  
интеллектуального мониторинга сложных горнотехнических объектов»

Школа молодых ученых

## «Мониторинг природных и техногенных систем»

ПРОГРАММА

25-27 ноября 2019

Пермский федеральный исследовательский центр  
Уральского отделения Российской академии наук  
г. Пермь

Программа Школы молодых ученых включена в план Российского национального комитета по теоретической и прикладной механике, Технического комитета 17 (Неразрушающая оценка) Европейского общества структурной целостности (ESIS), Российского комитета ESIS и соответствует тематике Пермского научно-образовательного центра мирового уровня «Рациональное недропользование».



## 25 ноября      Понедельник

- 10:00 - 10:15      Открытие работы Школы
- 10:15 - 11:00      **Масленников Валерий Владимирович**  
Высокотехнологичные и токсичные элементы как показатели рисков отработки древних и современных колчеданных месторождений
- 11:00 - 11:45      **Шкуратник Владимир Лазаревич**  
Эффекты памяти в горных породах и их использование для решения задач геоконтроля
- 11:45 – 12:15      Кофе
- 12:15 – 13:00      **Эпштейн Светлана Абрамовна**  
Проблемы контроля качества и безопасности углей и отходов их добычи и переработки
- 13:00 – 14:00      Обед
- 14:00 – 14:45      **Любимова Татьяна Петровна**  
Моделирование природных объектов
- 15:00 – 16:00      **Цветков Роман Валерьевич**  
**Мастер-класс** «Теоретические и прикладные аспекты использования в мониторинге систем гидронивелирования»
- 16:30 – 18:00      Знакомство с научными лабораториями  
Горного института УрО РАН – филиала Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН



## Масленников Валерий Владимирович

Доктор геолого-минералогических наук, профессор, [член-корреспондент РАН](#), Заведующий лабораторией минералогии рудогенеза Института минералогии ФНЦ минералогии и геоэкологии УрО РАН, специалист в области металлогении, литологии, минералогии, геохимии и палеоэкологии колчеданных месторождений. Награжден [Премией Правительства Российской Федерации в области науки и техники](#) (в составе группы)— за создание научных основ развития рудной минерально-сырьевой базы Урала, лауреат международной награды [Б. Скиннера](#) общества Экономической геологии (SEG).

### Высокотехнологичные и токсичные элементы как показатели рисков отработки древних и современных колчеданных месторождений

К настоящему времени отработана примерно половина известных золото-медно-цинковых и полиметаллических месторождений колчеданного семейства. В рифтовых системах и островодужных морях современных океанов такая отработка только начинается. На этом этапе важно провести прогнозирование экономических и экологических рисков отработки и переботки руд новых и имеющихся колчеданных месторождений. Современные колчеданосные рудообразующие системы сопровождаются уникальными пригидротермальными оазисами жизни, представленными в основном эндемичными (единственными в своем роде) организмами. Огромная биопродуктивность сопровождает одни рудообразующие гидротермальные источники, хаотическое распределение пригидротермальной биоты или полное бесплодие наблюдается на других. Аналогичная картина установлена и для древних колчеданных месторождений. Важно было понять причины различий в биопродуктивности различных рудно-формационных типов колчеданных месторождений. Методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и лазерной абляцией установлены существенные различия в составе сульфидов биопродуктивных и бесплодных колчеданных месторождений. Показано, что первые, ассоциирующие с обильными базальтами или серпентинитами (восточно-тихоокеанский, атлантический, кипрский и уралский типы), обогащены Fe, Co, Se и Sn, сульфиды вторых, где среди рудовмещающих пород доминируют кислые вулканиты (западно-тихоокеанский, куроко, баймакский, алтайский и иберийский типы), содержат аномальные количества Tl, Pb, As, Sb, Cd, Ag, Au, Bi, Hg. Очевидно, в условиях гидротермальных выбросов и подводного выветривания сульфидных построек второго типа в окружающую среду поступают токсичные элементы, препятствующие развитию гидротермальных оазисов. Более того, при отработке таких современных колчеданных месторождений добывающими компаниями (например, Наутилус) планируется выброс «безрудных» дисульфидов железа обратно в море. Именно дисульфиды железа и, главным образом, их неустойчивые в морской воде коллоидные разновидности, являются носителями большинства токсичных элементов. Несомненно, окисление сульфидных «хвостов» приведет к техногенным экологическим катастрофам в океанах и морях (например, в море Бисмарка) с уничтожением не только хаотически распределенной пригидротермальной биоты, но и фоновых сообществ организмов, включая тех, которые потребляются человечеством. Аналогичны, но, очевидно, менее ощутимы риски отработки таких колчеданных месторождений на континентах. С другой стороны высокотоксичные колчеданные месторождения являются в большей степени поставщиками многих высокотехнологичных химических элементов. Горнодобывающим компаниям необходимо соблюсти баланс между экономической выгодой и

экологическими рисками отработки различных типов колчеданных месторождений. В этом смысле необходим постоянный мониторинг вовлечения новых колчеданных месторождений в процессы отработки и переработки руд.

## **Шкуратник Владимир Лазаревич**



д.т.н., профессор. Один из ведущих специалистов в области горной геофизики и геоконтроля. Заслуженный деятель науки РФ, Почётный работник высшего профессионального образования РФ, Почётный строитель РФ, Лауреат Премии им. акад. Н.В. Мельникова РАН за работы по теории и методологии геоинформационного обеспечения комплексного освоения недр, а также Премии им. акад. А.А. Скочинского за разработку методов прогноза опасных динамических явлений в массиве горных пород. Член правления и председатель секции «Геоакустика» Российского акустического общества.

### **Эффекты памяти в горных породах и их использование для решения задач геоконтроля**

«Память» как фундаментальное свойство горных пород и эффекты «памяти», как проявления этого свойства. Разновидности, особенности, физические механизмы и условия формирования и проявления эффектов «памяти» различной физической природы в горных породах. Акустико-эмиссионный эффект памяти (АЭЭП) и история его изучения. Особенности формирования и проявления АЭЭП в условиях сложного напряжённого состояния. Помеховые факторы, влияющие на формирование и проявления АЭЭП. Характеристика основных направлений практического использования эффектов памяти. Методические вопросы использования АЭЭП для оценки напряжённо-деформированного состояния горных пород в массиве и прогноза их нарушенности. О возможной взаимосвязи эффектов памяти горных пород и прогнозных признаков опасных динамических явлений в массиве. Основные направления дальнейшего развития методов геоконтроля на основе эффектов «памяти» горных пород.



## **Эпштейн Светлана Абрамовна**

д.т.н., профессор кафедры физики Научно-исследовательского технологического института МИСИС, зав. научно-учебной испытательной лабораторией «Физико-химии углей». Ее работа сконцентрирована на изучение вещественного состава, физических, физико-химических и механических свойств углей.

### **Проблемы контроля качества и безопасности углей и отходов их добычи и переработки**

Технологическая и энергетическая ценность углей определяется комплексом показателей, контроль которых осуществляется на этапах геологической разведки месторождений, добычи угля, его сортировки, обогащения, хранения и т.п. вплоть до конечной

переработки (коксование, сжигание, брикетирование и т.д.). Немаловажным в настоящее время является, наряду с технологической и энергетической ценностью углей, контроль содержания в них макро- и микроэлементов, способных концентрироваться в отходах или выделяться в окружающую среду в количествах, превышающих установленные нормативы. В докладе будут продемонстрированы основные методы и средства контроля показателей качества и безопасности углей и отходов их добычи и переработки; представлен зарубежный опыт оценки потенциально опасных элементов в углях и отходах; приведены примеры оценки отходов добычи и переработки углей в части выявления их влияния на окружающую среду при разных технологиях утилизации. Кратко будут рассмотрены методические и нормативные документы, регламентирующие контроль качества и безопасности углей и отходов их добычи и переработки.

## Любимова Татьяна Петровна



Д.ф.м.н., профессор, зав. лабораторией Вычислительной гидродинамики Института механики сплошных сред УрО РАН филиала Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН. Заслуженный деятель науки Российской Федерации. Член Рабочей группы Европейского космического агентства по диффузии в неметаллических смесях, в которую входят учёные [Бельгии](#), [Франции](#), [Германии](#), [Испании](#), [России](#), [Японии](#) и [Канады](#). Группа занимается реализацией проекта «DCMIX», в рамках которого осуществляются подготовка и проведение экспериментов на Международной космической станции по измерению коэффициентов диффузии и термодиффузии в трехкомпонентных смесях

## Моделирование природных объектов

Лекция посвящена математическому моделированию гидродинамических режимов природных объектов. Обсуждаются методы и результаты моделирования процессов разбавления и переноса загрязняющих примесей в крупных водных объектах, гидродинамических процессов, происходящих при слиянии рек, процессов вымывания поллютантов из загрязненных водных объектов при прохождении паводков.

В настоящее время одним из наиболее распространенных подходов к утилизации избыточных рассолов калийной промышленности является их отведение в поверхностные водные объекты с целью обеспечения снижения содержания в них загрязняющих веществ до приемлемого уровня вследствие процессов разбавления. Большинство действующих методов разбавления основаны на оценке рассмотрении рассолов как сред с нейтральной плавучестью. Однако, поведение высокоминерализованных рассолов, характеризующихся повышенной плотностью, кардинально отличается от поведения сред с нейтральной плавучестью, поэтому традиционные методы расчета процессов разбавления оказываются некорректными. В докладе обсуждается принципиально новый подход к описанию рассматриваемых процессов, основанный на построении гидродинамических моделей в полной трехмерной постановке в негидростатическом приближении.

Наблюдения показывают, что в некоторых случаях при слиянии рек имеет место очень интенсивное смешивание вод, а в других случаях воды сливающихся рек сохраняют свои свойства на протяжении десятков километров от места слияния. Математическое моделирование слияния рек с близкими свойствами вод в рамках полного трехмерного подхода в негидростатическом приближении показало, что причиной ослабления

поперечного смещения может быть формирование вторичных вихрей в поперечном сечении. Трехмерное численное моделирование для случая сливающихся рек с сильно различающимися свойствами, находящимися в зоне подпора, показало формирование значительной вертикальной неоднородности плотности и крупномасштабного вихря солёности и возникающей вследствие этого устойчивой слоистой структуры. Эти результаты имеют принципиальное значение для обеспечения устойчивого питьевого водоснабжения г. Перми, поскольку основной питьевой водозабор г. Перми расположен непосредственно ниже места слияния рек Чусовая и Сытва, характеризующихся значительно различающимися гидрохимическими характеристиками.

В настоящее время все более актуальным становится анализ возможных последствий от прохождения экстремально высоких паводков. Математическое моделирование с использованием принципиально нового, комбинированного подхода, сочетающего модели в одно- двух- и полном трехмерном негидростатическом приближении, показало, что расположенные в зоне затопления водных объектов пруды-отстойники, шламохранилища и загрязненные озера, совершенно безопасные при малых и средних расходах, при их попадании в зону затопления могут стать источником интенсивного загрязнения, существенно лимитирующим режим водопользования.

### **Мастер-класс «Теоретические и прикладные аспекты использования в мониторинге систем гидронивелирования»**



#### **Цветков Роман Валерьевич**

к.т.н., с.н.с., Институт механики сплошных сред УрО РАН. г. Пермь, Лауреат Премии Пермского края в области науки за лучшую работу в области технических наук: I степени по теме «Разработка и создание автоматизированных систем деформационного мониторинга зданий, сооружений и природных объектов»

Метод гидростатического нивелирования является точным инструментом для определения вертикальных перемещений в составе автоматизированных систем деформационного мониторинга различных инженерных и строительных объектов.

Условия эксплуатации систем мониторинга накладывают ограничения на использование метода и на достоверность его результатов.

Будут приведены случаи из практики, в которых наблюдаются изменения уровня жидкости в гидростатических нивелирах под воздействием окружающей среды, рассмотрены подходы по уменьшению ее влияния. Также будут представлены экспериментальные и теоретические исследования, направленные на изучение механических и термомеханических процессов, происходящих в гидростатических нивелирах. Эти исследования позволяют использовать полученные знания при проектировании систем гидростатического нивелирования, адаптированных для деформационного мониторинга сооружений и природных объектов.

**26 ноября      Вторник**

- 10:15 – 11:00      **Полянский Владимир Анатольевич**  
Водородный мониторинг конструкционных материалов при их производстве и эксплуатации
- 11:00 – 11:45      **Беляев Александр Константинович**  
Динамика и устойчивость конструкций в высокочастотной области
- 11:45 – 12:15      Кофе
- 12:15 – 13:00      **Короткий Александр Илларионович**  
Математическое моделирование в науках о Земле
- 13:00 – 14:00      Обед
- 14:00 – 14:45      **Lacidogna Giuseppe**  
Damage Monitoring in Civil and Monumental Masonry Buildings: An Acoustic Emission Analysis Approach
- 15:00 – 16:00      **Пантелеев Иван Алексеевич**  
**Мастер-класс** «Акустико-эмиссионные измерения при деформировании и разрушении хрупких материалов»
- 16:00 – 18:00      Знакомство с научными лабораториями филиалов Пермского федерального исследовательского центра Уро РАН:  
Института механики сплошных сред УрО РАН и  
Института технической химии УрО РАН





## Полянский Владимир Анатольевич

д.т.н., с 2019г. ВРИО директора Института проблем машиноведения РАН, с 2012г. директор НОЦ при СПб ГПУ, профессор кафедры системы и технологии управления СПб ГПУ.

### **Водородный мониторинг конструкционных материалов при их производстве и эксплуатации**

Водород является самым опасным компонентом металлов и сплавов. Это обусловлено тем, что его соединения есть везде, а уровень предельно допустимых концентраций водорода (ПДК) в металлах составляет 0,0001%. Такие ПДК лежат за пределами обнаружения для большинства современных аналитических методов определения состава веществ. Поэтому, очень часто хрупкость, растрескивание, разрушение поверхности, отслоение покрытий и другие индуцированные водородом виды разрушения рассматриваются как чисто механическое разрушение под нагрузкой.

Вместе с тем, устранение водорода или блокирование его внутренней диффузии приносит более быстрый и дешевый результат, чем введение дополнительных запасов по прочности или использование новых методов расчета на прочность.

Методам водородной диагностики металлов уже более ста лет, она началась с измерений концентрации водорода в стальных отливках, но влияние водорода на свойства материалов постоянно усиливается. За 20 век ПДК уменьшились примерно в 100 раз. Это ставит все время новые задачи перед производителями диагностического оборудования, перед теми, кто разрабатывает методы водородной диагностики и перед инженерами, которые должны на каждом витке технологий разрабатывать новые методы удаления водорода и расчета его влияния на механические свойства материалов.

В лекции дается обзор современных проблем, связанных с влиянием водорода на механические свойства материалов и методов их решения.



## Беляев Александр Константинович

Д.ф.м.н., профессор, Институт проблем машиноведения РАН, Санкт-Петербург. Член Международного союза по теоретической и прикладной механике (IUTAM), член совета Европейского сообщества механиков (EUROMECH), иностранный член Австрийской Академии наук, почетный доктор Университета Иоганна Кеплера, г. Линц, Австрия

### **Динамика и устойчивость конструкций в высокочастотной области**

Тема доклада инспирирована тем, что методы традиционной теории колебаний конструкций не могут быть автоматически распространены на сколь угодно высокие частоты. Проводится критический анализ с целью создания адекватных подходов к проблеме динамического состояния конструкций. Предлагается подход, содержащий высокочастотную предельную модель динамики деформируемого твердого тела и

низкочастотную модель термодинамики. Для феноменологического описания динамики применимы как методы механики сплошной среды, так и термодинамики. Более того, одновременный учет механических и термодинамических свойств объектов является непременным условием адекватного моделирования.

Предлагаются два подхода. В рамках первого подхода из граничной задачи механики сплошной среды получена граничная задача высокочастотной динамики. Показано, что существует критическая частота, величина которой определяется плотностью спектра собственных частот и конструкционным демпфированием. На частотах выше критической конструкция проявляет свойства механической системы со сплошным спектром собственных частот. Дано сравнение свойств высоко- и низкочастотной вибрации и указаны три основные причины уменьшения амплитуды распространяющейся высокочастотной вибрации в конструкциях: резонансное взаимодействие элементов, дисперсионное рассеяние и нелинейное внутреннее трение. Гибридные методы позволяют комбинировать аналитические и численные методы динамики сплошных сред для описания локальной вибрации в подструктурах с методами высокочастотной динамики. На примере показано, как комбинировать метод конечных элементов для описания низкочастотной вибрации и предлагаемый метод для высокочастотной части спектра.

Второй подход сводится к выводу термодинамической модели, допускающий как дискретную, так и континуальную постановки. В рамках дискретного описания указано на прямую аналогию распространения тепла и высокочастотной вибрации. Обобщение дискретной схемы на континуальные системы позволяет получить граничную задачу вибропроводности. Будут приведены примеры решения задачи вибропроводности.



### **Короткий Александр Илларионович**

д.ф.м.н., профессор, зав. Отделом прикладных задач Института математики и механики УрО РАН. Ученик академика Ю. С. Осипова. Области научных интересов – качественная теория дифференциальных уравнений с частными производными, управление системами с распределенными параметрами в условиях неопределенности или конфликта, конечномерная аппроксимация задач оптимального управления, исследование корректности задач управления, прямые и обратные задачи управляемых систем с распределенными параметрами, исследование моделей вязкой жидкости, прямые и обратные задачи динамики вязкой жидкости.

### **Математическое моделирование в науках о Земле**

Математическое моделирование является одним из основных инструментов научного познания во многих науках, в том числе, в науках о Земле. Основная идея, которая лежит в основе математического моделирования в этой области, состоит в рассмотрении объекта исследований, как объекта сплошной среды (вязкой жидкости). Эта гипотеза позволяет привлекать для исследования задач математические модели и методы механики сплошной среды. Содержательные постановки задач приводят к соответствующим начально-краевым задачам для дифференциальных уравнений, которые могут представлять интерес не только для специалистов соответствующего профиля, но также и для математиков-теоретиков, вычислителей, специалистов по интерпретации и визуализации результатов вычислений.

Сформулируем несколько актуальных задач и соответствующих результатов, полученных по обсуждаемой тематике.

– Моделирование ряда прямых и обратных задач динамики высоковязкой жидкости с приложениями в геодинамике. Моделирование тепловой конвекции в земных недрах (эволюция мантийных плюмов, погружение литосферных плит в земной коре и мантии). Моделирование образования осадочных бассейнов и их эволюция. Моделирование соляной тектоники и эволюции соляных диапиров.

– Моделирование течений вулканической лавы с брекчиями (частичками корки) и без них. Получены различные формы течений и пространственного распределения брекчий в зависимости от условий на поверхности рельефа, препятствий на пути течения лавы, сценариев падения брекчий и их размеров. Разработаны методы и алгоритмы решения обратных задач по определению характеристик потока лавы во всей модельной области по измерениям температуры и теплового потока на дневной (наблюдаемой) поверхности.



### **Professor Lacidogna Giuseppe**

Confirmed Associate Professor DISEG - Department of Structural, Geotechnical and Building Engineering Polytechnic University of Turin, Italy. Effective member of the College of Architecture, Effective member of the College of Engineering for the Environment and the Territory

#### **Damage Monitoring in Civil and Monumental Masonry Buildings: An Acoustic Emission Analysis Approach**

Historical masonry buildings often show diffused crack patterns due to different causes in relation to original function, construction technique and loading history. Non-destructive testing methods, and especially the Acoustic Emission (AE) technique, applied as in situ monitoring systems allow reliable evaluation of the state of conservation of these structures and its evolution in time. In this contribution different case studies are presented to show the AE technique capability on the assessment of damage evolution in ancient brick and stone artworks. All the analyzed structures belong to different historical periods of architecture, and represent remarkable sites of the Italian Architectural Heritage.

#### **Мастер-класс «Акустико-эмиссионные измерения при деформировании и разрушении хрупких материалов»**

### **Пантелеев Иван Алексеевич**



к.ф.м.н., Лауреат Премии Пермского края в области физико-математических наук за работу «Пространственно-временная локализация деформации в нагруженных телах и средах с высокой степенью естественной гетерогенности при подготовке макроразрушения»; получатель Гранта Президента РФ для господдержки молодых российских ученых-кандидатов наук «Разработка физических основ мониторинга изменения напряженно-деформированного состояния сейсмоактивных районов земной коры по данным комплексных скважинных измерений». Председатель Совета молодых ученых Пермского края.

На примере конкретного испытания хрупкого материала будут показаны принципы регистрации и основные приемы предварительного анализа данных акустической эмиссии. Отдельное внимание будет уделено наиболее распространенным ошибкам при работе с акустико-эмиссионными данными. Регистрация акустической эмиссии будет осуществляться восьмиканальной системой Amsy-6 Vallen (Германия), позволяющей записывать волновые формы событий АЭ с частотой до 10МГц и регистрировать до 100 000 импульсов в секунду. Мастер-класс ориентирован на студентов и аспирантов ВУЗов и направлен на знакомство с одним из наиболее широко распространенных методов неразрушающего контроля.

**27 ноября      Среда**

- 10:15 - 11:00      **Макаров Алексей Викторович**  
Современные лазерные, деформационные и  
комбинированные способы модифицирования поверхности  
металлических сплавов
- 11:00 - 11:45      **Trampus Peter**  
Contribution of Non-Destructive Evaluation to asset management
- 11:45 – 12:15      Кофе
- 12:15 – 13:00      **Шелемба Иван Сергеевич**  
Волоконно-оптические датчики и системы мониторинга
- 13:00 – 14:00      Обед
- 14:00 – 15:00      **Изюмова Анастасия Юрьевна**  
**Мастер-класс** «Тепловизионные измерения в процессе  
усталостного деформирования металлических материалов»
- 15:00 – 16:00      **Макаров Алексей Викторович, Счастливец А.М.**  
О роли Д.И. Менделеева в развитии железной  
промышленности и металлургии Урала
- 16:00 – 16:15      Закрытие работы Школы



## Макаров Алексей Викторович

д.т.н., заведующий Отделом материаловедения Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения РАН. Область научных интересов – изучение структурных механизмов повышения износостойкости и упрочнения металлических сплавов за счет создания метастабильных и нанокристаллических состояний, разработка на этой основе эффективных способов термических, деформационных и комбинированных обработок, применение неразрушающих электромагнитных методов для аттестации износостойких и высокопрочных структур, для контроля износостойкости и механических свойств сталей и сплавов.

### **Современные лазерные, деформационные и комбинированные способы модифицирования поверхности металлических сплавов**

Рассмотрено использование лазерного излучения в современных технологиях обработки поверхности металлических изделий (закалка, легирование, наплавка) и аддитивных технологиях получения изделий и покрытий. Предложен новый подход к получению теплостойких и износостойких хромоникелевых покрытий комбинированной лазерно-термической обработкой, включающей лазерную наплавку и высокотемпературный отжиг, формирующий в покрытии высокопрочный каркас из крупных карбидов и боридов. Представлены современные способы поверхностного деформационного наноструктурирования металлических сплавов. Особое внимание уделено применению наноструктурирующей фрикционной обработки скользящими инденторами для упрочнения, повышения теплостойкости и трибологических свойств сталей различных классов и лазерных наплавок. Предложен новый способ ультразвуковой ударно-фрикционной обработки. Рассмотрено формирование сжимающих напряжений в поверхностном слое перлитной стали при фрикционной обработке и ее влияние на стойкость поверхности в условиях циклического контактного нагружения. Показан высокий потенциал промышленного использования наноструктурирующей фрикционной обработки в современном машиностроительном производстве. Предложены комбинированные наноструктурирующие обработки (фрикционная обработка + отжиг) сталей с мартенситными и аустенитными структурами. Показана возможность за счет проведения предварительной наноструктурирующей фрикционной обработки активизировать насыщение аустенитной Cr-Ni стали азотом и углеродом при последующих низкотемпературных (при 350-400 °С) плазменных обработках. Продемонстрированы преимущества применения электромагнитного вихретокового метода для неразрушающего контроля поверхностно модифицированных металлических сплавов и покрытий.



## **Professor Trampus Peter**

President of the Hungarian Association for Non-Destructive Testing (MAROVISZ), and professor emeritus of the University of Dunaujvaros Hungary

### **Contribution of Non-Destructive Evaluation to asset management**

In recent decades, enormous efforts focus on increasing the performance of engineering structures and components. Assets of high value and of high risk such as power and process plants, offshore platforms, bridges are ageing but there is a significant need for their further use. Materials ageing leads to gradual reduction of the safety margins of these structures and components. At the same time the general understanding on safety has been changing. Risk being acceptable by the society is decreasing, and this forces governments to render the safety regulations progressively more serious. Non-Destructive Evaluation (NDE) delivers an essential input to structural integrity analysis and thus it plays an important role in assessing safety of structures and components.

In the first part of the presentation the major trends characterizing the changes, i.e. the challenges will be shown. Among others development in structural integrity analysis, fracture mechanics, also the appearance of life management as an independent discipline as well as consideration of risk in a broader sense will be discussed. After that those elements of the technical development will be presented, which respond to the challenges triggered by the changes. Almost all of these can be connected to the development of information technology and micro- and nanoelectronics, and contribute to the improvement in flaw detection, characterization and sizing. Among solutions however there are some whose goal is the reduction in cost and/or examination time.

Special attention will be paid to the digitalization and its impact on NDE. In this context specialization of procedures, real-time quality control, on-line in-service inspection, NDE modelling and simulation, 3D visualization, big data management, proactive management of materials degradation, structural health monitoring will be presented. The presentation will also deal with the NDE in light of the Industry 4.0.

Examples will be selected from literature and from own research.



## **Шелемба Иван Сергеевич**

Первый заместитель Генерального директора -Главный конструктор ООО «Инверсия-Сенсор». ООО "Инверсия-Сенсор" является одним из лидеров отрасли волоконно-оптических систем мониторинга в России.

### **Волоконно-оптические датчики и системы мониторинга**

В лекции приводятся базовые физические принципы работы волоконно-оптических датчиков и систем мониторинга на их основе. Описывается история развития датчиков в РФ и мире. Рассматривается применение систем в различных отраслях промышленности, а также перспективы разработки новых типов датчиков и их применений.

## Мастер-класс «Тепловизионные измерения в процессе усталостного деформирования металлических материалов»



### Изумова Анастасия Юрьевна

к.ф.м.н., получатель Гранта Президента РФ для господдержки молодых российских ученых-кандидатов наук «Экспериментальное и численное исследование особенностей процесса тепловыделения в области вершины усталостной трещины при двухосном нагружении металлических образцов»

Мастер-класс посвящен практическому применению методики саморазогрева (методики Ризитано) для быстрого определения предела усталости металлического образца. Для модельного образца будет проведено циклическое нагружение с измерением изменения температуры поверхности. Отдельное внимание будет уделено вопросам обработки поверхности образца, методики проведения измерений и минимизации внешних воздействий, параметрам инфракрасной съемки и методам повышения точности измерения. Регистрация поля температуры будет осуществляться инфракрасной камерой с охлаждаемыми детекторами FLIR SC5000, позволяющей регистрировать температуру поверхности образца с тепловой чувствительностью в 20 мК и пространственным разрешением до нескольких десятков микрометров. Мастер-класс ориентирован на студентов и аспирантов ВУЗов, специалистов предприятий, использующих тепловизионные методы при проведении механических экспериментов и направлен на знакомство с одним из активно развивающихся методов экспериментальной механики.



### Макаров Алексей Викторович

доктор технических наук, Главный ученый секретарь Уральского отделения Российской академии наук, заведующий отделом материаловедения Института физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН,

### Счастливец Вадим Михайлович

академик РАН, профессор, главный научный сотрудник Института физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН г. Екатеринбург



## О роли Д.И. Менделеева в развитии железной промышленности и материаловедения Урала

2019 год, год 185-летия со дня рождения Дмитрия Ивановича Менделеева, объявлен UNESCO годом Периодической системы элементов, открытой великим русским ученым



150 лет назад. В лекции представлены исторические страницы жизни Д.И. Менделеева, связанные с его посещением в 1899 году металлургических, горнодобывающих предприятий и месторождений Урала, города Екатеринбурга и малой родины города Тобольска в качестве руководителя правительственной комиссии, призванной изучить причины резкого замедления развития железного дела на уральских заводах на рубеже XIX-XX веков. В то время промышленный Урал охватывал сегодняшние Свердловскую и Челябинскую области, **Пермский край** и часть Башкирии. Результатом работы комиссии явился изданный уже в 1900 году под редакцией ученого 1000-страничный отчет «Уральская железная промышленность». Выводы и рекомендации Д.И. Менделеева на десятилетия определили развитие черной металлургии, горного дела, машиностроения, железных дорог и лесной промышленности Урала (с прилегающими территориями России) и его превращения в «опорный край державы». Через призму Периодической таблицы химических элементов рассмотрены вехи становления одной из признанных ведущих уральских научных школ – научной школы металловедения, основанной членом-корреспондентом С.С. Штейнбергом и академиком В.Д. Садовским.

