

**Федеральная целевая программа**  
**«Исследования и разработки по приоритетным**  
**направлениям развития научно-технологического**  
**комплекса России на 2014—2020 годы»**

**Соглашение**  
**14.578.21.0068 от 20.10.2014**

на период 2014 - 2016 гг.

**Тема:** *Разработка технологических решений по комплексной интенсификации добычи трудноизвлекаемого углеродсодержащего сырья*

**Руководитель проекта:** *ст.науч.сотр., к.х.н.*  
*Яновский Вячеслав Александрович*

Рациональное природопользование

# Участники проекта

**Получатель субсидии:** *Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».*

- В ТГУ зарождается новое направление, связанное с развитием нефтегазодобывающей отрасли, например, разрабатываются технологии интенсификации нефтедобычи, катализаторы беспламенного сжигания нефтяных отходов, методы выделения ДНК микроорганизмов из пластовых вод нефтяных месторождений и другие. Работа ученых ТГУ осуществляется в рамках программы повышения международной конкурентоспособности (5–100).
- Основная часть работ выполняется в Инновационно-технологическом центре СФТИ ТГУ.

# Участники проекта

## **Индустриальный партнёр:** ООО «Компакт-Д»

- Индустриальный партнер оказывает финансовую поддержку выполнения исследовательских работ (внебюджетное финансирование).
- Индустриальный партнер принимает участие в выполнении научно-исследовательских работ и создании лабораторных установок.

## **Участник Консорциума:** *Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук*

- Участник консорциума участвует в выполнении научно-исследовательских работ и изготовлении экспериментальных образцов.

# Цели и задачи проекта

- Разработка инновационных методов и научно-технических решений по созданию способов добычи трудноизвлекаемых углеводородов, для обеспечения их рентабельной добычи.
- Создание технологий разработки месторождений с низкопроницаемым коллектором и способом дренирования трудноизвлекаемых запасов углеводородов.
- Разработка новых синтетических реагентов для интенсификации добычи углеводородсодержащего сырья.
- Совершенствование существующих технологий с использованием технологических растворов на основе новых синтетических реагентов.

# Ожидаемые результаты проекта

- Технические и технологические решения по интенсификации добычи трудноизвлекаемого углеводородсодержащего сырья.
- Новые нанодисперсные композиции, синтетические реагенты и способы их получения.
- Результаты исследований влияния полученных нанодисперсных композиций на продуктивные пласты трудноизвлекаемых углеводородов.
- Результаты изучения механизма физико-химического воздействия нанодисперсных композиций и синтетических реагентов на остаточную нефть с различными свойствами коллекторов.
- Результаты исследований влияния полученных опытных технологических растворов на продуктивные пласты трудноизвлекаемых углеводородов.

# Перспективы практического использования

- По результатам выполнения всех теоретических и экспериментальных исследований будут разработаны рекомендации по применению созданных композиций на реальных объектах. Будет разработано техническое задание на опытно-конструкторские работы по теме: «Разработка опытно-промышленной технологии получения реагентов для интенсификации добычи углеводородсодержащего сырья».
- Дальнейшие исследования в рамках предложенной концепции и создание производств новых синтетических реагентов для ее промышленной реализации позволит обеспечить прирост коэффициента вытеснения нефти, тем самым увеличив ее добычу и полноту извлечения на разрабатываемых месторождениях.

# Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

**Лабораторная установка для изучения фильтрационно-емкостных свойств образцов  
керна в условиях имитирующих пластовые при стационарной и нестационарной фильтрации.**

Установка позволяет проводить определение:

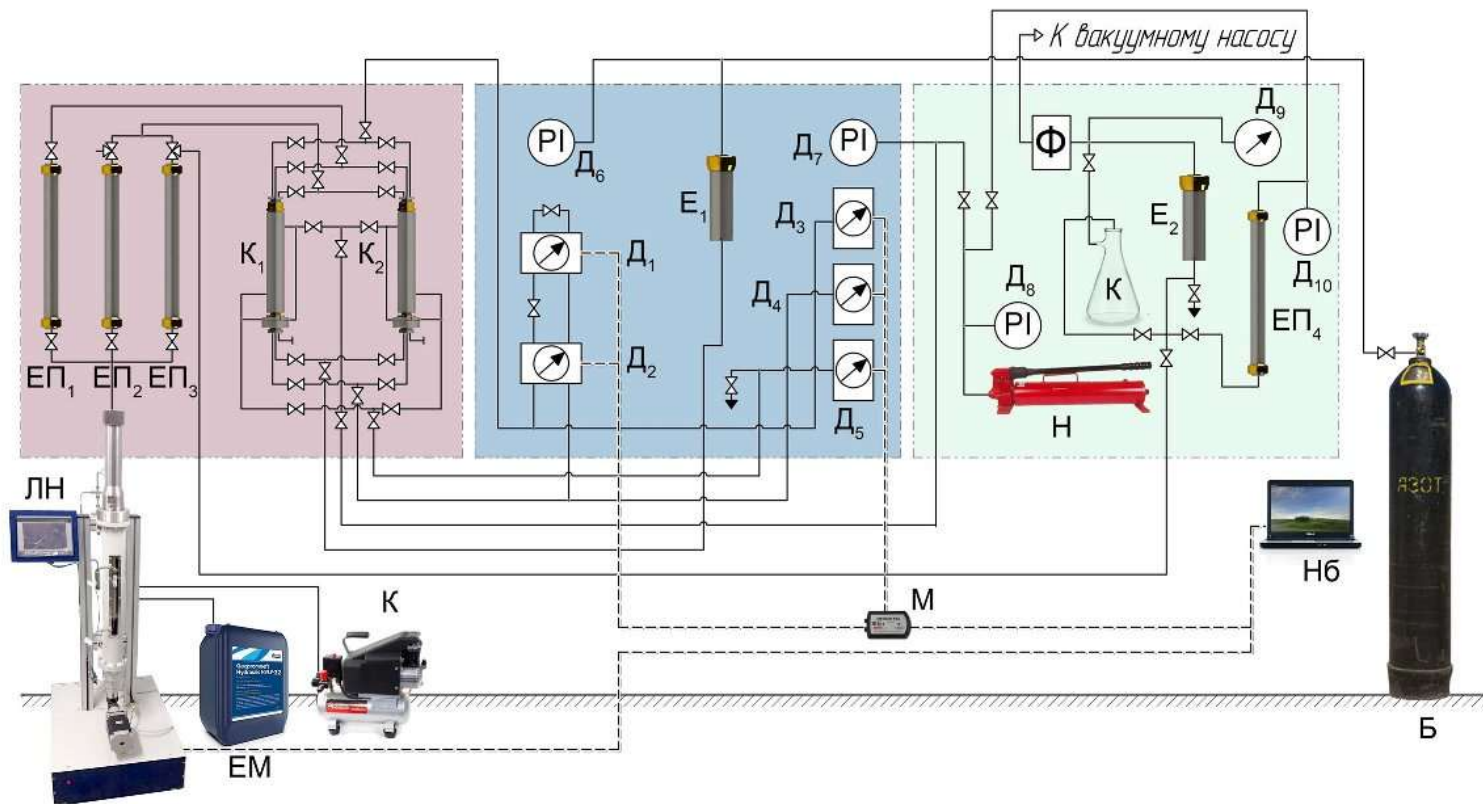
1. открытой пористости методом жидкостинасыщения;
2. проницаемости горных пород в пластовых условиях;
3. фазовой проницаемости при совместной фильтрации;
4. коэффициента вытеснения нефти водой и различными композициями;
5. коэффициента восстановления горных пород после воздействия бурового раствора.

Основные технические характеристики:

№ п/п	Наименование показателя	Значения
1	Горное давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), максимальное	60
2	Пластовое давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), в диапазоне	0...40
3	Температура испытаний, °С, максимальная	150
4	Точность поддержания температуры, °С	±1
5	Размеры образцов керна	
	диаметр, мм	30
	длина, мм	45...200
6	Расход жидкости через керн, см <sup>3</sup> /мин, в диапазоне	0,001...30
7	Погрешность определения коэффициента вытеснения, %	±5

# Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

## Схема лабораторной установки

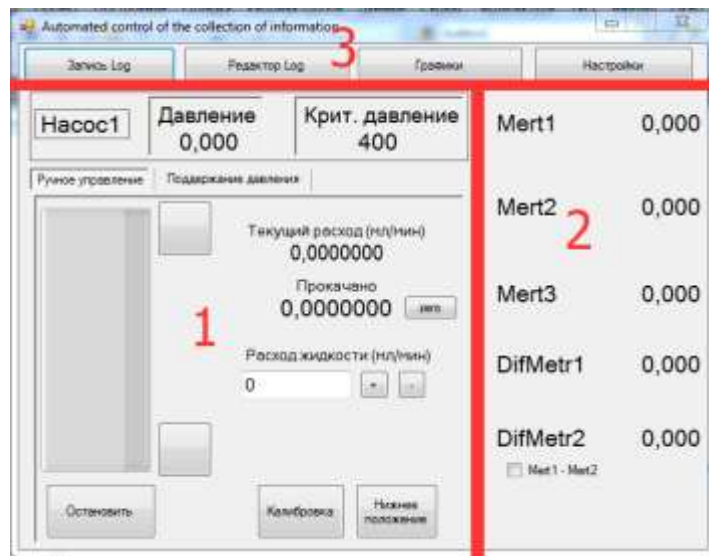


$K_1, K_2$  – кернодержатели;  $EP_1-EP_4$  – поршневые емкости;  $E_1, E_2$  – емкости;  $H$  – ручной гидравлический насос;  $ЛН$  – плунжерный насос;  $D_1 - D_{10}$  – датчики;  $K$  – колба Бунзена;  $К$  – компрессор;  $\Phi$  – фильтр;  $Б$  – баллон;  $НБ$  – ПК с управляющей программой;  $EM$  – емкость с гидравлическим маслом.



# Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

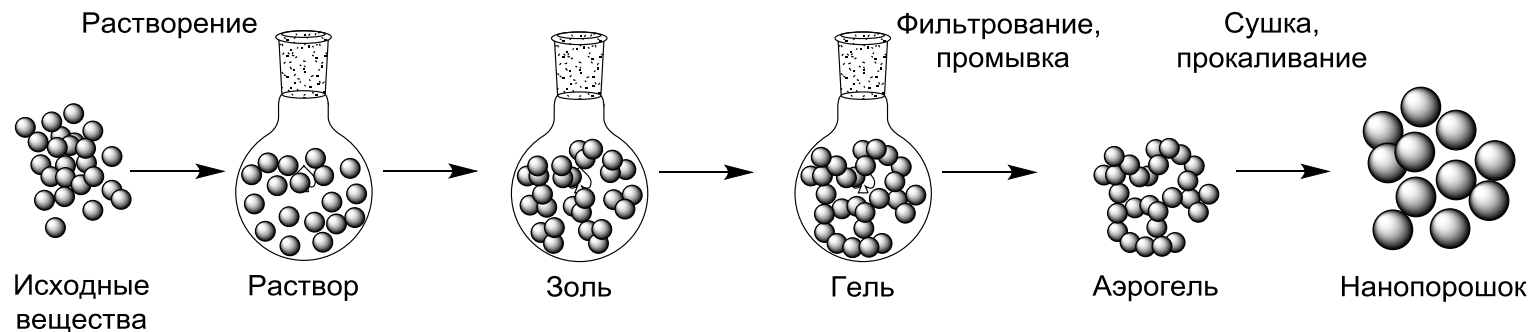
## Интерфейс программы управления



- 1 – управление плунжером;
- 2 – вывод текущих показаний датчиков фирмы «Метран»;
- 3 – управления дополнительными возможностями.

# Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

## Схема синтеза нанопорошков золь-гель методом.

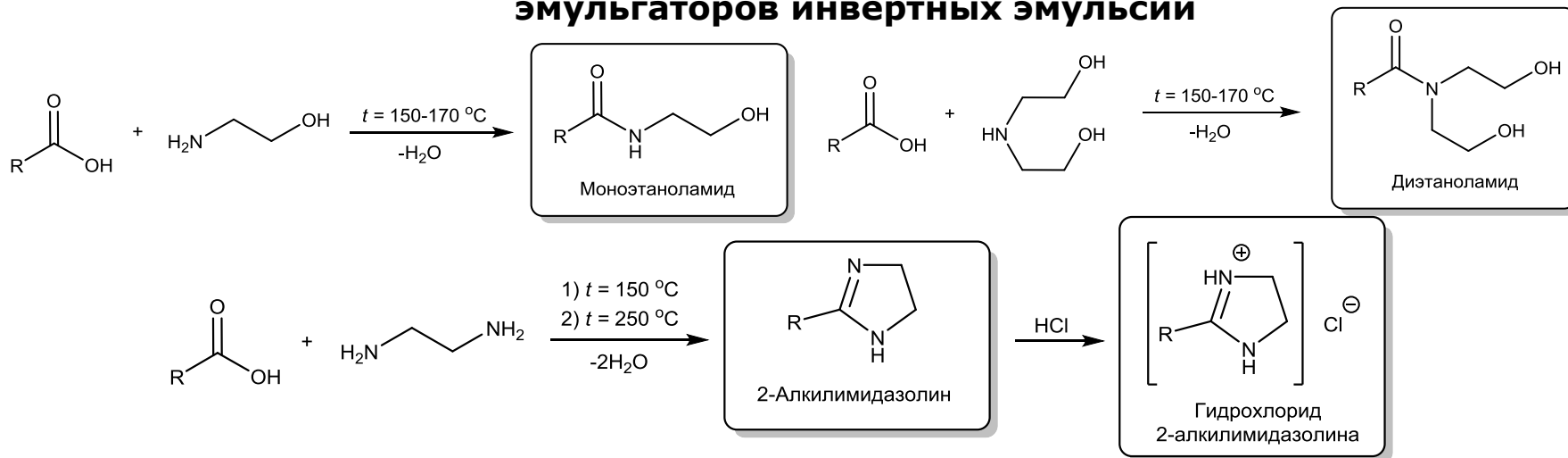


TiO<sub>2</sub>

Состав	Ср. размер частиц, нм	Уд. поверхность, м <sup>2</sup> /г
TiO <sub>2</sub>	60	17
SiO <sub>2</sub>	80	16
Наноалмазы	10	10

# Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

## Синтез этаноламидов и имидазолинов жирных кислот – перспективных эмульгаторов инвертных эмульсий



R - остаток жирной кислоты (C<sub>12</sub>-C<sub>18</sub>)

1. Синтезированы новые эмульгаторы для инвертных эмульсий на основе этаноламидов жирных кислот и 2-алкилимидазолинов.
2. Изучены кинетические закономерности процесса амидирования жирных кислот этаноламинами.
3. Показано, что реакция образования этаноламидов подчиняется кинетическому уравнению второго порядка.
4. Построена математическая модель процесса амидирования жирных кислот, учитывающая вклад прямой и обратной реакции, а также побочной реакции межмолекулярной циклизации образующихся диэтаноламидов.
5. Определены константы скоростей и константы равновесий реакций при различных температурах, получены значения энергий активации основной и побочных реакций.

# Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

## Свойства инвертных эмульсий

№ п/п	Состав эмульсии, % (масс.)		Стабильность, сут., при температуре, °С			Электроста- бильность, В	Вязкость, мПа·с, при температуре, °С	
	УВ-фаза	Водная фаза	20	60	80		20	80
<b>Эмульгатор – диэтаноламид жирных кислот таллового масла</b>								
1	ДЭАм – 1, диз. топливо – 30	Вода (NaCl – 16 г/л) – 67, CaCl <sub>2</sub> – 2	24	4	1,5	125	227	94
2	ДЭАм – 2, диз. топливо – 20	Вода (NaCl – 16 г/л) – 76, CaCl <sub>2</sub> – 2	38	8	2,5	220	3709	2154
3	ДЭАм – 2, диз. топливо – 30	Вода (NaCl – 16 г/л) – 66, CaCl <sub>2</sub> – 2	30	6,5	2	150	259	108
4	ДЭАм – 2, диз. топливо – 30	Вода (NaCl – 16 г/л) – 65,75, CaCl <sub>2</sub> – 2, ПАЦ (НВ) – 0,25	34	7,5	2,5	250	278	110
5	ДЭАм – 2, диз. топливо – 30	Вода (NaCl – 16 г/л) – 61, CaCl <sub>2</sub> – 2, акриламид – 2, K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> – 0,005	32	9	6	290	255	101
6	ДЭАм – 2, нано-TiO <sub>2</sub> – 0,2, диз. топливо – 30	Вода (NaCl – 16 г/л) – 65,8 CaCl <sub>2</sub> – 2	33	8,5	3	250	264	105
7	ДЭАм – 2, нано-SiO <sub>2</sub> – 0,2, диз. топливо – 30	Вода (NaCl – 16 г/л) – 65,8 CaCl <sub>2</sub> – 2	45	9,5	3,5	245	270	105
<b>Эмульгатор – 2-алкилимидазолин (C<sub>18</sub>)</b>								
8	АИЛ-ТМ – 2, диз. топливо – 30	Вода (NaCl – 16 г/л) – 66, CaCl <sub>2</sub> – 2	22	5	1,5	70		
9	АИЛ-ТМ – 2, диз. топливо – 30	Вода (NaCl – 16 г/л) – 65,75, CaCl <sub>2</sub> – 2, ПАЦ (НВ) – 0,25	44	12	5	110		

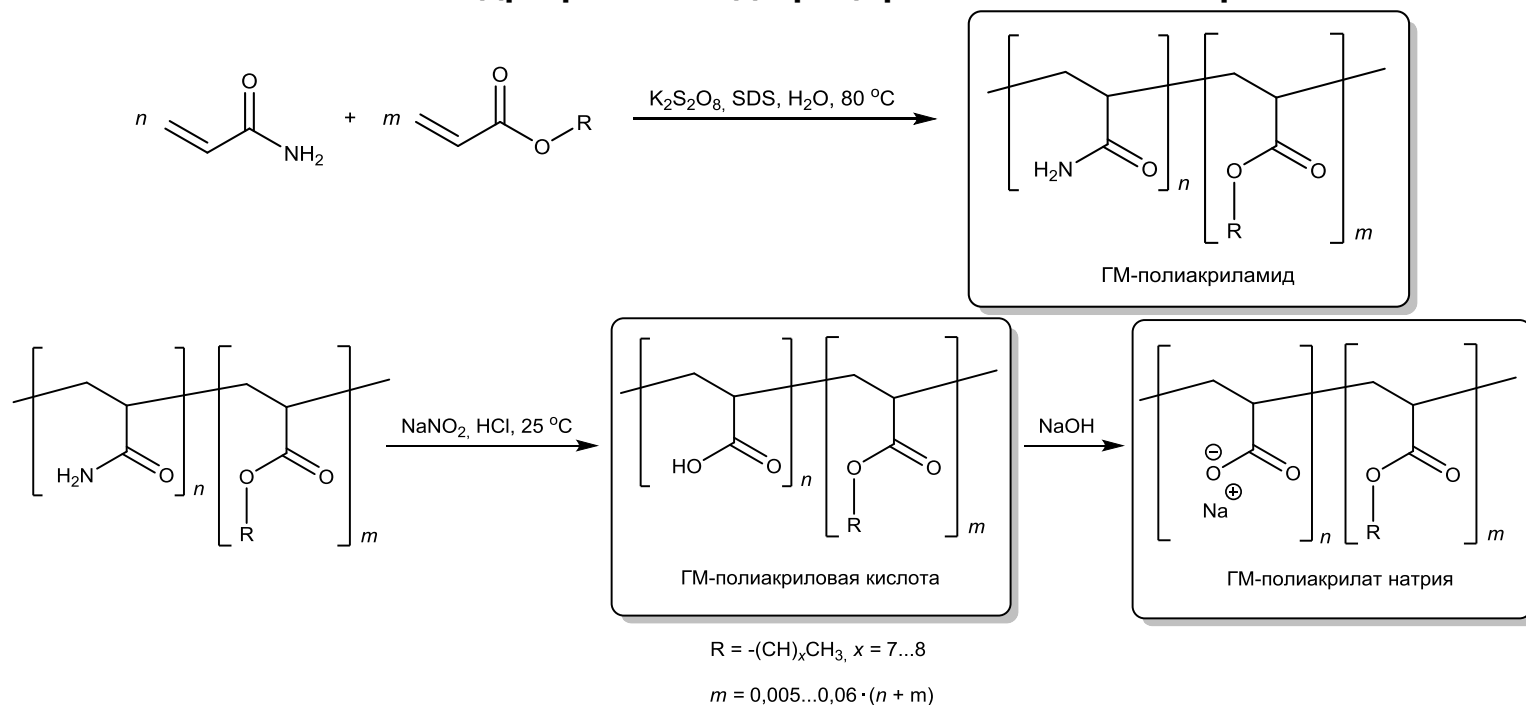
# Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

## Исследования нефтewытесняющих свойств инвертных эмульсий

Параметры	Ед. измерения	Состав композиции			
		2	3	4	9
1. Длина модели	мм	200	200	200	200
2. Диаметр модели	мм	30	30	30	30
3. Объем пор	мм <sup>3</sup>	265	270	262	260
4. Пористость	дол. ед.	0,375	0,382	0,370	0,368
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
9. Коэффициент вытеснения нефти водой	дол. ед.	0,639	0,648	0,598	0,584
10. Объем закачки эмульсии	V <sub>пор</sub>	1	1	1	1
11. Вязкость эмульсии при температуре опыта	мПа·с	2154	108	110	2112
12. Конечная нефтенасыщенность	дол. ед.	0,098	0,097	0,125	0,116
13. Конечный коэффициент вытеснения	дол. ед.	0,849	0,839	0,801	0,810
14. Прирост коэффициента вытеснения	дол. ед.	0,210	0,191	0,203	0,226

# Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

## Синтез гидрофобно-модифицированных полимеров



1. С привлечением современных физико-химических методов анализа доказано химическое строение полученных полимеров.
2. Исследована растворимость полученных полимеров.
3. Исследованы реологические свойства водных растворов полученных полимеров.
4. Исследованы реологические свойства растворов композиций ГМ-полимер – ПАВ.

# Состояние выполнения запланированных индикаторов

Наименование	Единица измерения	Значение 2015 год достигнуто	
<b>Индикаторы</b>			
Число публикаций по результатам проекта в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus или в базе данных "Сеть науки" (WEB of Science), не менее	единиц	2	2
Число патентных заявок, поданных по результатам исследований и разработок, не менее	единиц	1	1
Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей - участников проекта, не менее	процентов	33,4	71,4
Объем привлеченных внебюджетных средств	млн. руб.	8,19	14,67
<b>Показатели</b>			
Средний возраст исследователей – участников проекта, не более	лет	46	44,5
Количество мероприятий по демонстрации и популяризации результатов и достижений науки, в которых приняла участие и представила результаты проекта организация - исполнитель проекта, не менее	единиц	1	3
Число диссертаций на соискание ученых степеней, защищенных по результатам исследований и разработок	единиц	0	0
Использование при выполнении ПНИ уникальных научных установок	единиц	0	0
Использование при выполнении ПНИ научного оборудования центров коллективного пользования	единиц	0	0
Использование при выполнении ПНИ объекты зарубежной инфраструктуры сектора исследований и разработок	единиц	0	0

**Спасибо за внимание!**

**Докладчик:**

Старший научный сотрудник, к.х.н.  
Яновский Вячеслав Александрович