

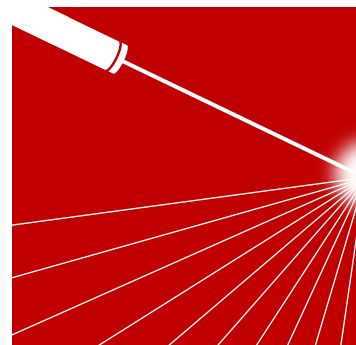


БЕЛОРУССКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

ФИЗИЧЕСКИЙ  
ФАКУЛЬТЕТ



# КАТАЛОГ УСЛУГ



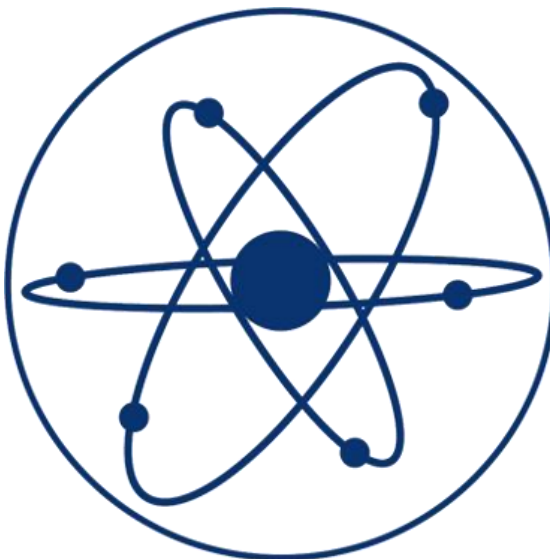
[physics.bsu.by](http://physics.bsu.by)  
220006 Минск, ул. Бобруйская 5

В настоящем каталоге представлен список наукоёмких услуг, которые могут быть оказаны **физическим факультетом Белорусского государственного университета** в рамках прямых договоров (контрактов).

Для заказа услуг и организации исследований Вы можете обратиться к заместителю декана по научной работе и международному сотрудничеству:

**Колесов Егор Александрович**  
тел.: +375 (17) 209-51-20  
e-mail: [kolesov.bsu@gmail.com](mailto:kolesov.bsu@gmail.com)  
[kolesovea@bsu.by](mailto:kolesovea@bsu.by)

Кроме того, Вы можете ознакомиться с **каталогом разработок физического факультета**.



**physics.bsu.by**  
**220006 Минск, ул. Бобруйская 5**

Тип исследования / услуги		Наименование услуги	Описание услуги (оборудование, диапазоны и точность измерений, методики измерений и т.д.)	Ориентировочная стоимость договора*, RUB
<b>Поверхность</b>	Рельеф (электронная микроскопия)	1-1 Исследование микро- и наноструктуры поверхности различных материалов и изделий методом растровой электронной микроскопии	<b>Растровый электронный микроскоп LEO 1455 VP</b> , разрешение в высоковакуумном режиме для проводящих образцов 3,5 нм. Измерения проводятся в соответствии с ISO 16700:2016, ГСИ. Линейные размеры элементов топологии микрорельефа поверхности твердотельных материалов. Методика выполнения измерений – с помощью растровых электронных микроскопов.	от 50 000 за комплект исследований
	Фазовый состав Границы зерен	1-2 Определение текстуры, фазового состава, состояния границ зерен материалов с помощью дифракции обратно рассеянных электронов	<b>Дифракционная приставка HKL EBSD Premium System Channel 5 к растровому электронному микроскопу LEO 1455 VP:</b> разрешение по глубине 5 нм; латеральное разрешение 500 нм; угловое разрешение 0,11 град; время получения одной картины Кикучи не более 1 с; анализируемый диапазон симметрии кристаллов - все группы Лауэ.	
	Химический состав	1-3 Определение качественного и количественного элементного состава микроучастков поверхности методом рентгеноспектрального микроанализа (анализ в точке, анализ вдоль произвольно заданной линии, анализ по произвольно заданной площади, анализ по массиву точек) 1-4 Построение карт распределения химических элементов в приповерхностной области проводящих материалов	<b>Энергодисперсионный безазотный спектрометр Aztec Energy Advanced X-Max 80 к растровому электронному микроскопу LEO 1455 VP:</b> диапазон элементов от Be до Pu; пределы измеряемых концентраций 0,1-100%; разрешение по энергии по Mn K <sub>α</sub> 127 эВ. Измерения проводятся с использованием программного обеспечения Oxford Instruments NanoAnalysis Aztec версии 2.2 в соответствии с ISO 15632:2002.	

	Толщина пленок	1-5 Определение толщины и состава тонких однослойных или многослойных пленок на поверхности массивных образцов		
	Структура, фазовый состав, деформации и т.д.	1-6 Измерение и картирование с высоким пространственным разрешением спектров комбинационного (рамановского) рассеяния света и фотолюминесценции	<b>Спектрально-аналитический комплекс NanoFinderHE (Lotis-ТII).</b> Измерение и картирование с субмикронным пространственным разрешением спектров комбинационного (рамановского) рассеяния света и фотолюминесценции, в том числе в температурном диапазоне 25 – 800 К. Длины волны возбуждающего излучения 355, 473, 532 и 785 нм. Спектральное разрешение до 0,01 нм ( $0,25 \text{ см}^{-1}$ ).	<i>от 50 000 за комплект исследований</i>
	Рельеф (зондовая микроскопия)	1-7 Трехмерные измерения линейных размеров элементов структур микро- и нанорельефа поверхности конденсированных сред методом сканирующей зондовой микроскопии с высоким пространственным разрешением	<b>Сканирующий зондовый микроскоп Solver P47 PRO:</b> максимальный размер области сканирования 100 мкм (длина) x 100 мкм (ширина) x 2 мкм (высота); разрешение по оси Z: 0,06 нм; латеральное разрешение: 0,2 нм. Реализованы различные методы измерений и воздействий: туннельная микроскопия, атомно-силовая микроскопия (контактная и полуконтактная), электросиловая микроскопия (статическая и динамическая), магнитносиловая микроскопия, режим измерения жесткости и латеральных сил поверхности, нанолитография. Измерения проводятся в соответствии с ГСИ. Метрические параметры поверхности. Методика выполнения измерений с помощью сканирующего зондового микроскопа Solver P47, калиброванного по ГОСТ Р 8.635 с помощью рельефной меры нанометрового диапазона, изготовленной по ГОСТ Р 8.628 и поверенной по ГОСТ Р 8.629 или	<i>от 50 000 за комплект исследований</i>
	Доменная структура	1-8 Определение основных параметров шероховатости поверхности с перепадом высот до 2 мкм с помощью сканирующего зондового микроскопа		
		1-9 Визуализация доменной структуры магнитных материалов с высоким пространственным разрешением ( $\leq 50 \text{ нм}$ ) методами сканирующей зондовой микроскопии		

	Механические свойства	1-10 Изучение локальных механических (трение, жесткость) свойств поверхности методами сканирующей зондовой микроскопии	откалиброванной по ГОСТ Р 8.644; ГОСТ Р 8.700-2010.	
	Рельеф (зондовая микроскопия)	1-11 Трехмерные измерения линейных размеров элементов структур микро- и нанорельефа поверхности конденсированных сред методом сканирующей зондовой микроскопии с высоким пространственным разрешением	<b>Сканирующий зондовый микроскоп SolverNano:</b> определение трехмерной топологии и параметров микрорельефа поверхности конденсированных сред. Разрешение без сенсоров по XY до 0.05 нм, по Z до 0.01 нм; уровень шума XY-сенсора 0.3 нм, уровень шума Z-сенсора 0.03 нм; основные методики: контактная АСМ, амплитудно-модуляционная АСМ, электростатическая АСМ, магнитная АСМ, АСМ спектроскопия, СТМ методики, нанолитография.	<i>от 30 000 за комплект исследований</i>
	Доменная структура	1-12 Определение основных параметров шероховатости поверхности с помощью сканирующего зондового микроскопа		
	Доменная структура	1-13 Визуализация доменной структуры магнитных материалов с высоким пространственным разрешением методами сканирующей зондовой микроскопии		
	Механические свойства	1-14 Изучение локальных механических (трение, жесткость) свойств поверхности методами сканирующей зондовой микроскопии		
<b>Структура</b>	Кристаллическая решетка  Механические напряжения	2-1 Установление типа и параметров кристаллической решетки неорганических и органических материалов, размеров областей когерентного рассеяния, величины внутренних	<b>Рентгеновский дифрактометр Rigaku Ultima IV:</b> диапазон углов сканирования $2\theta$ от $-3$ до $+162^\circ$ ; минимальный шаг сканирования по углу $0.0001^\circ$ ; геометрии Брэгга-Брентано, параллельный пучок;	<i>от 50 000 за комплект исследований</i>

		<p>механических напряжений 1-го и 2-го рода, характеристик текстуры и др. методом рентгеноструктурного анализа</p> <p>2-2 Идентификация поликристаллических веществ, определение кристаллографических характеристик индивидуальных соединений и твердых растворов методом рентгенофазового анализа</p> <p>2-3 Определение степени кристалличности образца методом рентгеновской дифрактометрии</p>	<p>приставка для анализа напряжений и полюсных фигур в тонких пленках и объемных образцах; специализированная высокотемпературная камера для съемок рентгенограмм при нагреве образца.</p>	
Химический состав	2-4 Элементный микроанализ металлов, сплавов, предметов искусства и старины, биобъектов, природных образцов; послойный элементный анализ с микронным и субмикронным разрешением функциональных, защитных и декоративных покрытий	<p><b>Лазерный атомно-эмиссионный спектрометр:</b></p> <p>определение концентрации элементов с чувствительностью <math>10^{-2} - 10^{-3} \%</math>; количество определяемых химических элементов: 50; спектральный диапазон: 190 – 800 нм; спектральное разрешение: 0,1 нм; минимальный диаметр лазерного пучка на поверхности образца: не более 70 мкм.</p>	<p><i>от 50 000 за комплект исследований</i></p>	
Твердость	2-5 Определение микротвердости, динамической твердости и нанотвердости материалов	<p><b>Динамический микротвердомер Shimadzu DUN-202:</b> инденторы Берковича, точность нагружения – 1% от заданной нагрузки, точность измерения глубины – 1 нм, величина нагрузки от 0,1 мН до 1961 мН, глубина индентирования до 10 мкм; <b>микротвердомеры HV-1000, 402MVD:</b> инденторы Виккерса, Кнупа, диапазон нагрузки от 0,1 до 9.8 Н; <b>универсальный твердомер HBRVU-187,5</b> для определения твердости по методам Роквелла, Бринелля и Виккерса (максимальная нагрузка</p>	<p><i>от 50 000 за комплект исследований</i></p>	
Упругость	2-6 Определение модуля упругости статическим и динамическим методами при комнатной температуре			

			1471 Н). Измерения проводятся в соответствии с ГОСТ Р 8.748-2011 (ИСО 14577-1:2002).	
	Трение (трибология)	2-7 Исследование трибо-логических свойств поверхностей различных материалов	<b>Автоматизированная установка для исследования процессов трения в модифицированных слоях и тонких покрытиях УИПТ-001:</b> обеспечивает возвратно-поступательное движение образца с заданной амплитудой и скоростью, измеряя при этом коэффициент трения между индентором и поверхностью образца. Диапазон возможных размеров образца: минимальный – 6x4x1 мм; максимальный – 20x35x8 мм; тип индентора – сферический, радиус закругления индентора – от 0,75 мм до 3 мм; нагрузка на индентор – от 0,01 Н до 0,5 Н; длина трека износа – от 5 мм до 20 мм. Методика исследования трибологических свойств поверхности различных материалов и последующего сохранения на цифровом носителе зависимости коэффициента трения от пути трения аттестована БелГИМ.	<i>от 50 000 за комплект исследований</i>
	Растяжение / сжатие	2-8 Механические статические испытания на растяжение и сжатие	<b>Универсальная электромеханическая испытательная машина Testometric M250-10СТ</b> (максимальная нагрузка 10 кН). Испытания проводятся в соответствии с ГОСТ 1497-84 (ИСО 6892-84, СТ СЭВ 471-88), ГОСТ 25.503-97.	<i>от 50 000 за комплект исследований</i>
	Металлография	2-9 Получение изображений поверхности образца и анализ зернистости с использованием металлографического микроскопа	<b>Металлографический микроскоп МИ-1 (ОАО «Планар»):</b> увеличение x50-x1000. Применяются методики анализа зернистости в соответствии со стандартами ASTM E 1382 – 97, E 930 – 92, ISO 643 и ГОСТ 5639 – 82.	<i>от 50 000 за комплект исследований</i>
<b>Тепловые и термоэлектрические свойства, гидрогазодинамика</b>	Термоэлектрические свойства	3-1 Измерение параметров термоэлектрических материалов	<b>Комплекс для исследований термоэлектрических свойств материалов:</b> определение параметров термоэлектрических материалов (электропроводность, теплопроводность, термоЭДС,	<i>от 50 000 за комплект исследований</i>

			термоэлектрическая добротность) в диапазоне температур от комнатной до 400°C.	
	Теплопроводность / теплосопrotивление	3-2 Определение тепло-физических характеристик ограждающих конструкций и теплоизоляционных материалов	<b>Измеритель теплопроводности строительных и изоляционных материалов ТСМС:</b> экспериментальное определение теплофизических характеристик ограждающих конструкций и теплоизоляционных материалов. Диапазон определения коэффициента теплопроводности 0.002 – 1.0 Вт/(м·К); диапазон определения коэффициента термического сопротивления 0.1 – 8.0 (м <sup>2</sup> ·К)/Вт; диапазон температур измерения 0 – 40 °С; максимальная температура нагревателя – 70 °С; давление на образец – 21 кПа.	<i>от 30 000 за комплект исследований</i>
	Моделирование	3-4 Вычислительная гидрогазодинамика и теплофизика	Задачи об изотермических и неизотермических течениях, течение в трубопроводах. Атмосферные течения. Перенос примесей с конвекцией. Моделирование методом конечных разностей, конечных объемов (OpenFOAM) и конечных элементов. Теплопроводность в твердых телах.	<i>от 120 000 за комплект расчетов</i>
<b>Электрические, электронные, магнитные свойства</b>	Электрофизические и магнитные свойства	4-1 Определение электро-физических и магнитных параметров металлических, полупроводниковых, композиционных материалов и структур	<b>Электрофизический измерительный комплекс CFHF:</b> определяемые параметры и характеристики: сопротивление, вольт-амперные характеристики, коэффициент Холла, магнитосопротивление, коэффициент термоЭДС, коэффициент теплопроводности, магнитный момент в диапазоне температур 1,7–300 К и магнитных полей до 8 Тл. Для измерения сопротивления, вольт-амперных характеристик температурный диапазон может быть расширен до 1200 К.	<i>от 50 000 за комплект исследований</i>
	Электрические свойства	4-2 Измерение электрических характеристик полупроводниковых материалов и структур	Проведение измерений с использованием: источника-измерителя <b>KEITHLEY 2450</b> , цифрового осциллографа <b>GDS 71102B</b> , генератора сигналов <b>АКИП-3409/3А</b> .	<i>от 50 000 за комплект исследований</i>



			Имеется возможность проведения измерений при различных значениях относительной влажности (от 0 до 100 %), а также в вакууме, среде инертных газов, паров жидкостей с варьируемым давлением.	
Аккумуляторы	4-3 Измерение электрических характеристик накопителей энергии		Измерение циклических вольт-амперограмм и кривых заряда-разряда в диапазоне токов 0-1 А и напряжений 0-100 В	от 30 000 за комплект исследований
Спектроскопия	4-4 Импеданс-спектроскопия материалов и жидкостей		Исследования импеданса материалов и структур в диапазоне частот 20 Гц – 30 МГц в диапазоне температур 10-300 К. Определение диэлектрической проницаемости твердых тел и жидкостей.	от 50 000 за комплект исследований
	4-5 Катодолюминесцентная спектроскопия		Регистрация спектров катодолюминесценции образцов при комнатной температуре и температуре жидкого азота в <b>установке на базе монохроматора МДР-23 и ФЭУ-100</b> , энергия электронов – 10 кэВ, спектральный диапазон измерений – 200-900 нм.	от 50 000 за комплект исследований
	4-6 Фотолюминесцентная спектроскопия		Регистрация спектров фотолюминесценции образцов при комнатной и температуре жидкого азота в <b>установке на базе монохроматора МДР-23 и охлаждаемого Ge:Si фотосопротивления</b> , возбуждение излучением ксеноновой лампы, спектральный диапазон измерений 1200-1600 нм	от 50 000 за комплект исследований
			Регистрация спектров возбуждения фотолюминесценции образцов при комнатной и температуре жидкого азота в <b>установке на базе монохроматора МДР-12</b> , возбуждение излучением ксеноновой лампы, спектральный диапазон измерений 200-800 нм	от 50 000 за комплект исследований
	4-7 Измерение электронного парамагнитного резонанса		<b>ЭПР-спектрометры Varian и Radiopan:</b> проведение измерений электронного парамагнитного резонанса с рабочей частотой 9,3 ГГц, чувствительностью $1 \times 10^{12}$ спин/мТл. Диапазон изменений частоты модуляции	от 50 000 за комплект исследований

			магнитного поля – от 1 до 100 кГц, диапазон развертки магнитного поля составляет до 1 Тл. Имеется возможность проведения измерений при температурах от 77 до 500 К.	
	ВАХ, ВФХ	4-8 Измерения вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик	Измерение вольт-амперных характеристик при температурах 20 - 300 °С. Измерение вольт-фарадных характеристик при комнатной температуре и температуре жидкого азота.	<i>от 30 000 за комплект исследований</i>
	Моделирование	4-9 Вычислительная электродинамика	Нанопотоника. Задачи о распространении электромагнитного излучения в фотонных кристаллах, метаматериалах. Метод конечных разностей во временной области (FDTD). Нелинейная оптика. Задачи о распространении лазерных пучков и импульсов. Методы конечных разностей для волновых уравнений.	<i>от 120 000 за комплект расчетов</i>
		4-10 Расчет электронных свойств полупроводниковых соединений с размером элементарной ячейки не более 20 атомов	Исследование зонной структуры и распределений электронных плотностей с поатомным и поорбитальным вкладом методами из первых принципов в обобщенном градиентном приближении.	<i>140 000 за комплект расчетов</i>
<b>Оптические свойства</b>	Пропускание Отражение Оптическая плотность	5-1 Измерение спектральных характеристик отражения, пропускания и оптической плотности в поляризованном свете	<b>Спектрофотометр Photon RT:</b> спектральный диапазон измерения: 190 – 3 000 нм; спектральное разрешение: 190 – 1000 нм (решетка 600 штр/мм) – 1,8 нм, 1000 – 3 000 нм (решетки 300 штр/мм) – 3,6 нм, измерение коэффициента отражения для углов 8 – 60°.	<i>от 50 000 за комплект исследований</i>
		5-2 Измерение спектральных характеристик отражения, пропускания и оптической плотности в поляризованном свете	<b>Спектрофотометр MC 122:</b> спектральный диапазон 190-1100 нм; спектральное разрешение 3 нм; минимальный угол для работы с отраженным излучением – 20°	<i>от 30 000 за комплект исследований</i>

		5-3 Измерение спектров пропускания и оптической плотности	<b>Фурье спектрометр VERTEX 70:</b> спектральный диапазон 400 – 10000 см <sup>-1</sup> ; спектральное разрешение 0,5 см <sup>-1</sup> .	<i>от 50 000 за комплект исследований</i>
		5-4 Измерение спектров пропускания	Регистрация спектров поглощения образцов при комнатной температуре и температуре жидкого азота в установке на базе монохроматора МДР-12 и фотоприемника S1336-SQ (Hamamatsu), спектральный диапазон измерений – 200-1100 нм	<i>от 50 000 за комплект исследований</i>
	Голография	5-5 Измерение дифракционных характеристик голограмм и дифракционных оптических элементов	<b>Аппаратно-программный комплекс цифровой диагностики для объективной оценки показателей голографических элементов.</b> Объективный контроль качества дифракционных оптических элементов и голографических элементов, применяемых для защиты ценных бумаг и документов: диапазон измерения дифракционной эффективности: 0,1 – 100 %, период контролируемых дифракционных решеток: 0,5 – 3 мкм. пространственное разрешение системы регистрации: 70 мкм.	<i>от 50 000 за комплект исследований</i>
<b>Оптоэлектронные свойства</b>	Спектроскопия	6-1 Спектроскопия фотопроводимости	Регистрация спектров фотопроводимости образцов при температурах от 20 до 300 °С в <b>установке на базе монохроматора МДР-12</b> , возбуждение излучением ксеноновой лампы, спектральный диапазон измерений – 200-800 нм	<i>от 50 000 за комплект исследований</i>
		6-2 Измерение спектров фотопроводимости, фототока и фотоЭДС	<b>Спектрометр MLS 35:</b> измерение спектров фотопроводимости, фототока и фотоЭДС фоточувствительных материалов и структур в диапазоне длин волны 190-1100 нм	<i>от 50 000 за комплект исследований</i>
<b>Взаимодействие излучения с веществом</b>	Рентгеновское излучение	7-1 Расчет и интерпретация процессов взаимодействия рентгеновского излучения с веществом	<b>Wolfram Mathematica, C++:</b> вычисление сечений процессов и решения кинетических уравнений	<i>100 000 – 300 000 за комплект расчетов</i>

		7-2 Теоретическое обоснование параметров источников рентгеновского излучения с плавно перестраиваемой частотой	<b>Wolfram Mathematica, C++:</b> для анализа параметров материалов и ускорителей для выбора оптимальных характеристик источников	<i>от 140 000 за комплект расчетов</i>
	Оптическое излучение	7-3 Расчет и интерпретация процессов взаимодействия оптического излучения с веществом	<b>Wolfram Mathematica, C++:</b> для вычисления сечений процессов и решения кинетических уравнений	<i>100 000 – 300 000 за комплект расчетов</i>
	Объекты квантовой оптики	7-4 Описание характеристик объектов для квантовой оптики	<b>Wolfram Mathematica, C++:</b> расчеты характеристик квантовых излучателей и приемников вне рамок теории возмущений	<i>от 140 000 за комплект расчетов</i>
<b>Биофизика и фармацевтика</b>	Клеточная культура	8-1 Культивирование клеток различных линий	Используется для лабораторной диагностики вирусных инфекций, решения научно-исследовательских задач в области медицины, клеточной и молекулярной биологии, биотехнологии. Выпускается в виде взвеси (250-300 тыс. клеток/мл) в ростовой среде DMEM или MEM, содержащей 10% сыворотки эмбрионов крупного рогатого скота.	<i>от 50 000 за 100 млн.кл.</i>
	Тестирование препаратов	8-2 Тестирование противоопухолевых фармакологических препаратов	Исследование влияния разрабатываемых противоопухолевых фармакологических препаратов с применением клеточных тест-систем. Тесты включают проведение комплекса биофизических исследований (пролиферативная активность, жизнедеятельность, редокс-свойства мембранный потенциал, кальциевая сигнализация) на двух популяциях опухолевой клеточной линии, различающиеся резистентностью к противоопухолевым агентам.	<i>от 280 000 за комплект исследований</i>
		8-3 Тестирование нейротропных фармакологических препаратов	Исследование влияния разрабатываемых нейротропных фармакологических препаратов с применением клеточных и тканевых тест-систем. Тесты включают проведение комплекса электрофизиологических измерений на срезах	<i>от 280 000 за комплект исследований</i>

			мозга и с применением нейросенсоров, содержащих сформированные методами 3D-печати трехмерные биологические нейронные сети.	
		8-4 Тестирование антикоагулянтных фармакологических препаратов	Исследование влияния разрабатываемых антикоагулянтных фармакологических препаратов с применением клеточных тест-систем. Тесты включают проведение комплекса биофизических исследований (агрегация, функциональная активность, мембранный потенциал, ионные токи, кальциевая сигнализация) на тромбоцитах крови человека.	<i>от 280 000 за комплект исследований</i>
		8-5 Тестирование противовоспалительных фармакологических препаратов	Исследование влияния разрабатываемых противовоспалительных фармакологических препаратов с применением клеточных тест-систем. Тесты включают проведение комплекса биофизических исследований (функциональная активность, нетоз, экзоцитоз, кальциевая сигнализация) на нейтрофилах крови человека.	<i>от 280 000 за комплект исследований</i>
<b>Молекулярные расчеты</b>		9-1 Анализ внутреннего вращения в молекулах с несколькими волчками	Моделирование параметров молекулярных систем с использованием программных пакетов <b>GAMESS</b> и <b>ORCA</b> ; для больших амплитуд используются <b>собственные разработки в среде Wolfram Mathematica</b> ; расчеты параметров двухатомных молекул производятся многоконфигурационными методами с привлечением комплекта <b>ActiveSpace</b> .	<i>100 000 – 300 000 за комплект расчетов</i>
		9-2 Расчёты спектрально-структурных характеристик комплексов и кластеров с водородными связями		<i>100 000 – 300 000 за комплект расчетов</i>
		9-3 Расчёты функций потенциальной энергии нижних электронных состояний, а также молекулярных спектроскопических постоянных и радиационных характеристик двухатомных молекул, перспективных для лазерного охлаждения		<i>50 000 – 300 000 за комплект расчетов</i>
<b>Синтез</b>	Пленки	10-1 Напыление металлических и полупроводниковых пленок	<b>Установки ВУП-5, ВУП-5М:</b> резистивное напыление, магнетронное напыление, реактивное магнетронное напыление	<i>от 50 000 за комплект образцов</i>

	Покрyтия	10-2 Нанесение покрyтий магнетронным и резистивным методами	<b>Автоматизированная вакуумная установка для ионно-плазменного нанесения нанокompозитных покрyтий и тонких пленок NHV Auto 500:</b> система безмасляной вакуумной откачки, обеспечивающая степень вакуума в технологической камере $5 \cdot 10^{-7}$ Торр; два магнетронных источника на постоянном и переменном токе; система напуска технологических газов (аргон, азот); два резистивных испарителя.	<i>от 50 000 за комплект образцов</i>
	3D-печать	10-3 3D печать, моделирование	3D печать с использованием 3D-принтера <b>Prusa i3</b>	<i>от 50 000 за комплект образцов</i>
<b>Обработка материалов</b>		11-1 Препарирование планарных кристаллических образцов для растровой электронной микроскопии, включающее механическую полировку, ионную очистку	<b>Комплекс оборудования для пробоподготовки,</b> включающий <b>отрезной станок Minitom:</b> скорость вращения 110-420 об/мин; максимальный диаметр образца 40 мм; <b>шлифовально-полировальный станок TegraPol 25; установка ионного утонения, полировки, очистки PECS 682:</b> энергия ионов от 1 до 10 кэВ; плотность тока до 10 мА/см <sup>2</sup> ; диаметр ионного пучка до 5 мм; скорость утонения для W 3 мкм/ч; Препарирование образцов осуществляется в соответствии с методиками подготовки металлографических образцов разного типа (мягких, твердых, сверхтвердых, хрупких, пластичных и т.д.) для микроскопических исследований, разработанными фирмой Struers A/S (Дания)	<i>по запросу</i>
		11-2 Фотолитография	Фотолитография (разрешение до 1 мкм)	<i>по запросу</i>
		11-3 Косые шлифы	Изготовление прецизионных косых шлифов на кремнии, $\geq 0,5$ град	<i>по запросу</i>
		11-4 Гидрогенизация	Обработка в плазме водорода (гелия, аргона, ...) при температурах 20 - 300 °С	<i>по запросу</i>
		11-5 Высокотемпературный отжиг	Высокотемпературный отжиг в атмосфере инертных газов (до 1200 °С)	<i>по запросу</i>
		11-6 Вакуумный высокотемпературный отжиг	Высокотемпературный отжиг в вакууме (до 1500 °С)	<i>по запросу</i>

		11-7 Ультразвуковая пайка материалов	Нанесение металлических контактов с помощью ультразвуковой пайки.	<i>по запросу</i>
<b>Прочие услуги</b>	Контроль состояния	12-1 Контроль состояния масел	Установка для анализа состояния различных видов масел (измерительная ячейка в виде коаксиального конденсатора, генератор сигнала, микроконтроллер, LCD-индикатор): в качестве исследуемых образцов могут быть использованы как технические (моторное, трансформаторное и др.), так и растительные (подсолнечное, оливковое, льняное и др.) масла. Измерения проводятся в температурном диапазоне $T_{изм} = 20 - 120$ °С. Точность определения уровня загрязнения по сравнению с чистыми образцами не менее 10%. Минимальный объем исследуемого масла $V_{min} = 150$ мл.	<i>от 30 000 за комплект исследований</i>

**\*Ориентировочная стоимость за полный договор, включающий серию исследований (расчётов) комплекта образцов (моделей), приведена на основании имеющихся данных по завершённым договорам. Реальная стоимость услуг является договорной, зависит от сложности и объёма исследований, и предоставляется после обсуждения технического задания. По стоимости ниже указанной, как правило, заключение договора не является целесообразным.**

