

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Квантовый транспорт в наноструктурах

Код модуля
1149569(1)

Модуль
Квантовые явления и физика беспорядка

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Новокшенов Сергей Георгиевич	кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	физических методов и приборов контроля качества

Согласовано:

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

Авторы:

- Новокшенов Сергей Георгиевич, Доцент, физических методов и приборов контроля качества

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Квантовый транспорт в наноструктурах**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	4	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Научный доклад/доклад	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Квантовый транспорт в наноструктурах**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-3 -Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области	Д-1 - Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ У-1 - Анализировать результаты наблюдений и	Лекции Научный доклад/доклад Практические/семинарские занятия Экзамен

	экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов	
УК-3 -Способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<p>Д-1 - Проявлять организаторские качества, коммуникабельность, толерантность</p> <p>З-1 - Излагать основные позиции теории лидерства и стили руководства</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание общих форм организации командной деятельности</p> <p>П-1 - Разрабатывать стратегию командной работы с учетом целей и моделировать эффективное взаимодействие членов команды в соответствии со стратегией</p> <p>У-1 - Координировать взаимодействия и эффективные коммуникации в команде для достижения общего результата в командной работе</p> <p>У-2 - Формулировать цели и задачи командной работы, определять последовательность действий по их достижению</p>	<p>Лекции</p> <p>Научный доклад/доклад</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>
УК-5 -Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	<p>Д-1 - Проявлять толерантность в процессе межкультурного взаимодействия</p> <p>З-1 - Формулировать этические и правовые нормы межкультурного взаимодействия и основные принципы организации деловых контактов с учетом национальных, социокультурных особенностей</p> <p>П-1 - Моделировать продуктивные формы и оптимальные условия психологически-безопасной среды межкультурного взаимодействия на основе анализа национального и социокультурного разнообразия профессиональной среды с</p>	<p>Лекции</p> <p>Научный доклад/доклад</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>учетом правовых и этических норм</p> <p>У-1 - Оценивать ситуацию в процессе межкультурного взаимодействия, выбирать эффективные формы межличностных взаимодействий с учетом национальных, социокультурных особенностей и этических и правовых норм</p>	
<p>УК-2 -Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p>	<p>Д-1 - Проявлять способность к поиску новой информации, умение принимать решения в нестандартных ситуациях</p> <p>З-1 - Демонстрировать понимание процессов управления проектом, планирования ресурсов, критерии оценки рисков и результатов проектной деятельности</p> <p>П-1 - Составлять план проекта и график реализации, разрабатывать мероприятия по контролю его выполнения и оценки результатов проекта</p> <p>У-1 - Формулировать актуальность, цели, задачи, обосновывать значимость проекта, выбирать стратегию для разработки концепции проекта в рамках обозначенной проблемы</p> <p>У-2 - Прогнозировать ожидаемые результаты и возможные сферы их применения в зависимости от типа проекта</p>	<p>Лекции</p> <p>Научный доклад/доклад</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>
<p>УК-6 -Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности, выстраивать траекторию профессионального и личностного развития, в том числе с</p>	<p>З-1 - Объяснять порядок и принципы планирования собственной профессиональной траектории с учетом тенденций развития рынка труда и общества и цифровых технологий</p> <p>З-3 - Демонстрировать понимание способов совершенствования собственной деятельности и</p>	<p>Лекции</p> <p>Научный доклад/доклад</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

использованием цифровых средств	<p>профессионального развития, в том числе с использованием цифровых средств</p> <p>П-1 - Разрабатывать программу своего профессионального и карьерного развития, в том числе с использованием цифровых средств</p> <p>У-1 - Оценивать личностные и профессиональные качества, особенности характера, определять направления личностного роста, прогнозировать развитие в профессиональной деятельности, используя методы самодиагностики и цифровые средства</p>	
<p>ПК-1 -Способен самостоятельно осваивать и применять современные математические методы исследования, анализа и обработки данных, компьютерные программы, средства разработки, научно-исследовательскую, измерительно-аналитическую и технологическую аппаратуру (в соответствии с избранным направлением прикладных математики и физики)</p>	<p>З-1 - Сделать обзор существующих методов и подходов к решению научных проблем в области проводимых исследований</p> <p>П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях с использованием соответствующих целей подходов и методов</p> <p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в области проводимых исследований</p>	<p>Лекции</p> <p>Научный доклад/доклад</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>
<p>ПК-4 -Способен выбирать цели своей профессиональной деятельности и пути их достижения, осуществлять научный, технический, технологический и инновационный поиск, прогнозировать</p>	<p>З-1 - Определять цели профессиональной деятельности и пути их достижения, осуществлять научный, технический, технологический и инновационный поиск</p> <p>П-1 - Иметь опыт сбора, анализа и обработки информации при решении задач профессиональной</p>	<p>Лекции</p> <p>Научный доклад/доклад</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

научные, производственные, технологические и социально-экономические последствия	деятельности с использованием современных информационно-коммуникационных технологий и баз данных У-1 - Выбирать и использовать современные ИТ-технологии и базы данных при сборе, анализе, обработке и представлении информации для решения задач профессиональной деятельности	
----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>активность студента на аудиторных занятиях</i>	1,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Научные доклады</i>	1,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.

Другие результаты	<p>Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов.</p> <p>Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения.</p> <p>Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.</p>
-------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Размерное квантование
2. Двойные квантовые ямы.
3. Движение заряженных частиц во внешних полях

Примерные задания

Квазиклассическое квантование циклотронных орбит

Внутренний аномальный эффект Холла

Спиновый ток и спиновый эффект Холла

Задание 1

Квазиклассическое квантование циклотронных орбит

1. Правило квантования Онсагера. Индекс Маслова.
2. Влияние фазы Берри на спектр уровней Ландау.
3. Примеры: свободный нерелятивистский электрон, (массивный) дираковский электрон.

- [1] Н. Ашкрофт, Н. Мермин, *Физика твердого тела*, т.1, М.: Мир (1979)
[2] J.N. Fuchs et al., Topological Berry phase and semiclassical quantization of cyclotron orbits..., *Euro. Phys. J.* **V77**, 351–362 (2010)

Задание 2

Внутренний аномальный эффект Холла

1. Эффект Холла: обычный и аномальный
2. Обзор экспериментальных результатов
3. Механизмы аномального эффекта Холла
4. Аномальный кондактанс Холла и кривизна Берри
5. Квантование внутреннего аномального кондактанса Холла

- [1] N. Nagaosa et al., Anomalous Hall Effect, *Rev. Mod. Phys.* **82**, 1539-1592 (2010)
[2] Jing Wang et al., Quantum anomalous Hall effect in magnetic topological insulators, *Phys. Scr.* T164, 014003-14 (2015)
[3] Hongming Weng et al., Quantum Anomalous Hall Effect and Related Topological Electronic States, *Adv. Phys.* 64, 227 (2015)

Задание 3

Спиновый ток и спиновый эффект Холла

1. Спиновый ток. Определение и методы наблюдения
2. Механизмы спинового эффекта Холла.
3. Топологическая природа внутреннего спинового эффекта Холла
4. Квантовый спиновый эффект Холла.

- [1] N. Nagaosa, Spin Currents in Semiconductors, Metals, and Insulators, *J. Phys. Soc. Jap.* 77, 031010-9 (2008)
[2] S. Maekawa et al., Spin Current. Experimental and Theoretical Aspects, *J. Phys. Soc. Jap* 82, 102002-23 (2013)
[3] J. Sinova et al., Spin Hall Effects, *Rev. Mod. Phys.* **87**, 1213-1259 (2015)

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Научный доклад/доклад

Примерный перечень тем

1. Минимальная модель топологического изолятора
2. Топологические полуметаллы Дирака и Вейля

Примерные задания

Доклад 1

Минимальная модель топологического изолятора

1. Топологические изоляторы и их свойства.
2. Уравнение Дирака
3. Модифицированное уравнение Дирака.
4. Двумерный топологический изолятор. Число Черна.
5. Спиральные краевые состояния

- [1] Shun-Qing Shen, *Topological Insulators*, Springer Nature 2017
[2] J.K. Asboth et al., *A Short Course on Topological Insulators*, Springer International Publishing 2016
[3] Shun-Qing Shen et al., Topological Insulator and the Dirac Equation, *SPIN* 1, 33-44 (2011)

Доклад 2

Топологические полуметаллы Дирака и Вейля

1. Фермионы Дирака и Вейля
2. Монополь Берри, теорема Нильсена-Ниномии
3. РТ-инвариантный полуметалл Дирака
4. Топологический полуметалл Вейля
5. Число Черна и фермиевские дуги

- [1] Shun-Qing Shen, *Topological Insulators*, Springer Nature 2017
[2] N.P. Armitage, E.J. Mele, Weyl and Dirac semimetals in three-dimensional solids, *Rev. Mod. Phys.* **90**, 015001-57 (2018)
[3] M.Z. Hasan et al., Discovery of Weyl Fermion Semimetals and Topological Fermi Arcs States, *Annu. Rev. Condens. Matter Phys.* **8**, 289-309 (2017)
[4] A.A. Burkov, Weyl Metals, *Annu. Rev. Condens. Matter Phys.* **9**, 359-378 (2017)

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Размерное квантование электронного спектра
2. Модель Кейна и гамильтониан Латтинжера.
3. Матрица плотности. Уравнение фон Неймана--Лиувилля.
4. Тензор электропроводности в квантующем магнитном поле

LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.