

XXII Уральская международная зимняя школа по физике полупроводников

Настоящий специальный выпуск журнала «Физика низких температур» содержит статьи, которые представлены на XXII Уральской международной зимней школе по физике полупроводников.

Уральские зимние школы, много лет назад принявшие название «школа» для недельного делового собрания ученых с целью обсуждения актуальнейших проблем, заложили в это название как элементы научной конференции, так и черты неформального форума исследователей, объединенных стремлением к профессиональному общению и обучению не преподаванием, а путем научных дискуссий. Школа по физике полупроводников, работающая постоянно в феврале каждые два года, сохраняет заложенные изначально принципы организации и высокий научный уровень. Успешное развитие школы во многом обеспечивается постоянным представительством авторитетных центров исследований в области физики полупроводников в Москве, Петербурге, Нижнем Новгороде и Новосибирске, а также в Польше и Италии, благодаря созданию плодотворных творческих связей с коллективом лаборатории полупроводников Екатеринбургского института физики металлов.

Заседания XXII Уральской международной зимней школы по физике полупроводников проводились с 20 по 23 февраля 2018 года в санатории «Самоцвет» в окрестности г. Алапаевска Свердловской области. Программа школы включала около 60 приглашенных и устных докладов, тематика которых относилась к сложившемуся профилю школы, отвечающему в основном следующим разделам физики полупроводников:

1) Электронные свойства и квантовые явления переноса в низкоразмерных полупроводниковых структурах. Квантовый эффект Холла;

2) Структура и свойства полупроводников с примесями переходных элементов: электронные состояния примесей переходных элементов, спиновое упорядочение электронных систем;

3) Новые электронные явления и материалы: сложные полупроводниковые соединения, сплавы и структуры, топологические изоляторы, высокотемпературная сверхпроводимость, физика сверхпроводящих систем.

Поскольку исследования низкотемпературных явлений, по сути, относятся к фундаменту физики полупроводников, то же касается и профиля школы, так что представленные для публикации в специальном выпуске статьи, естественно, отвечают приведенным выше разделам тематики школы.

Первые две статьи спецвыпуска, а также ряд других статей соответствуют третьему разделу тематики. Статья А.В. Иконникова с соавторами посвящена экспериментальному изучению спектров фотопроводимости твердого раствора $PbSnTe$ с индием методом фурье-спектроскопии для получения с помощью сложного анализа этих спектров новых данных об изучаемом объекте. Н.С. Аверкиев с соавторами представили результаты теоретического исследования влияния кулоновского взаимодействия на спектры донорно-акцепторной комбинации в компенсированных полупроводниках и обсуждение связанного с этим изменения характера спектров.

В статье В.А. Кульбачинского с соавторами изложены результаты работы по изучению электронной системы керамик хромита меди, легированных магнием, с помощью анализа зависимостей электросопротивления, термоэдс и параметров электронного парамагнитного резонанса от температуры и концентрации примесей. Получены данные по характеру проводимости, параметрам носителей тока и обнаружены концентрационные аномалии электросопротивления и другие свидетельства, характеризующие электронную структуру керамик.

Исследованиям термоэлектричества и магнетизма нанокompозитов Co/Al_2O_3 и Co/SiO_2 посвящена работа Г.В. Лашкарева с большой группой соавторов из разных стран и институтов. В статье описана использованная технология приготовления этих композитов и приведены экспериментальные данные по температурным и магнитополевым зависимостям проводимости, термоэдс и намагниченности. Полученные результаты содержат обсуждаемые «нетривиальные» аномальные закономерности, которые обусловлены особым характером структуры исследуемых объектов и подлежат дальнейшему изучению.

К другой части того же третьего раздела тематики школы относятся статьи по физике сверхпроводящих полупроводниковых систем. Особый интерес в этой части вызывает работа коллектива Р.В. Парфеньева, посвященная изучению деталей магнитополевых и температурных зависимостей параметров низкотемпературной сверхпроводимости твердых растворов на основе теллуридов свинца и олова с примесью индия. Авторский коллектив статьи (Н.Ю. Михайлин, Д.В. Шамшур, М.П. Волков, А.В. Черняев, Р.В. Парфеньев) представил результаты широкого анализа совокупности различных зависимостей, включающих изменение состава сплавов, среди которых обнаруженный впервые допол-

нительный максимум в магнитолевой зависимости намагниченности системы (пик-эффект). Этот маленький пик маленькой сверхпроводимости ($T_c < 4$ К) при маленькой температуре (2 К) имеет большое значение для большой области исследований, подробно обсуждался в части происхождения и подлежит дальнейшему изучению.

Еще две статьи по свойствам сверхпроводящих систем, Т.Б. Чариковой и Н.Г. Шелушиной с соавторами, посвящены интересным проблемам анизотропии электросопротивления в нормальном состоянии и критического тока в слоистом сверхпроводнике NdCeCuO. Авторы анализируют характерные проявления анизотропии в зависимости от состава сверхпроводящего соединения. К этому же разделу может быть отнесена статья В.В. Марченкова с соавторами, посвященная изучению кинетических свойств кристалла вейлевского полуметалла MoWTe, синтезированного в рамках выполненной работы. Полученные результаты показали, что электросопротивление и гальваномагнитные свойства данного кристалла близки к свойствам металла, тогда как оптические параметры не имеют особенностей, характерных для металлов.

В рамках первого раздела тематики школы (квантовые явления в низкоразмерных системах) представлены работы, посвященные изучению электронного энергетического спектра гетероструктур. В статье К.Д. Моисеева с соавторами изложены результаты теоретического рассмотрения и экспериментального наблюдения структуры гибридного энергетического спектра электронной системы двумерного полуметаллического канала на одиночной разьединенной гетерогранице II типа. Работа З.Д. Квона с соавторами содержит результаты экспериментального обнаружения и разработки интерпретации осцилляций Шубникова–де Гааза спинового расщепления поверхностных электронных состояний в квантовой потенциальной яме гетероструктуры на основе теллурида ртути.

Статьи С.В. Гудиной и Ю.Г. Арапова посвящены описанию явления квантового эффекта Холла и смежных с ним квантовых эффектов в низкоразмерных полупроводниковых структурах с применением законов скейлинга и других сложных понятий, все больше создаваемых замкнутым сообществом, отходящим, навер-

ное, от простой реальности. Однако можно считать, что упомянутые статьи содержат ценные результаты. Несколько иная ситуация с заключительной в этом разделе теоретической статьей В.В. Валькова и С.В. Аксенова, для понимания самого названия которой требуются знания не только фундамента теоретической физики, но и ее определенных «закоулков». Что же касается содержания этой объемной статьи, посвященной теории определенного физического явления в области квантовых низкоразмерных систем, то оно, несомненно, включает ценные физические результаты, правда, с неопределенной пока областью применимости.

Ко второму разделу тематики школы относятся три статьи спецвыпуска. Е.П. Скипетров с соавторами детально исследовали электронные свойства хорошо известных сплавов PbSnTe с примесными атомами переходного элемента — железа. Авторами выполнена большая, обстоятельно изложенная работа, создающая полную картину влияния переходного элемента на электронные параметры.

Статья В.Н. Чурманова и В.И. Соколова с соавторами посвящена изложению анализа спектров рентгенолюминесценции твердых растворов ZnNiO с целью изучения влияния атома переходного элемента на электронную структуру оксида цинка. Авторами установлено существование экситонных линий, связанных с вкладом атомов никеля. Суть работы, результаты которой изложены в статье Т.Е. Говорковой с соавторами, состоит в том, что в кристаллах селенида ртути с примесями железа очень малой концентрации наблюдается намагниченность системы донорных электронов примесных атомов железа, зависимость которой от напряженности магнитного поля отвечает существованию спонтанного намагничивания. Тем самым получено прямое подтверждение эффекта спонтанного намагничивания, который ранее наблюдался только в эффекте Холла.

В заключение можно отметить, что публикуемые статьи по актуальности тематики и научному уровню вполне отвечают интересам специалистов в области физики низких температур и смежных областей исследований.

В.И. Окулов