

Веселин Георгиев Филев

Аспекти на холографската динамика
на калибровъчни теории с фундаментална материя

Научна специалност: 4.1. Физически науки
(Теоретична и математична физика)

АВТОРЕФЕРАТ
НА
ДИСЕРТАЦИЯ

ЗА ПОЛУЧАВАНЕ НА ОБРАЗОВАТЕЛНА И НАУЧНА СТЕПЕН
“ДОКТОР”

Научен ръководител проф. Клифорд Джонсън (Южно-Калифорнийски Университет)

Рецензенти:

проф. Крищоф Пилч (Южно-Калифорнийски Университет)

проф. Тод Брун (Южно-Калифорнийски Университет)

проф. Елена Пиерпаули (Южно-Калифорнийски Университет)

Лос Анджелис, Калифорния, САЩ, 2008

УВОД

Целта на теоретичната физика е да предостави икономично и самосъгласувано описание на физичната реалност чрез физични закони и принципи. Това предполага използването на структурата на математиката, както и заемането на философски понятия. Всъщност, взаимодействието между тези предмети винаги е било взаимно, тъй като откриването на нови физични явления изисква развиването на нов математичен апарат и нови философски интерпретации. Действително, днес е трудно да се направи твърдо разделение между теоретична и математична физика, а философските аспекти на общата теория на относителността и квантовата механика остават предизвикателство.

Въпреки по-широкото значение на термина теоретична физика, значителен брой теоретични физици се интересуват от изучаването на фундаменталните взаимодействия на материята. Добре установено е, че има четири фундаментални взаимодействия на материята: електро-магнитни, слаби ядрени, силни ядрени и гравитационни взаимодействия. Донякъде е иронично, че въпреки, че гравитационното взаимодействие е получило математична формулировка първо, квантуването на гравитацията остава предизвикателство. Много учени приемат, че струнната теория, която съдържа гравитон в спектъра си е най-добрият кандидат за квантова теория на гравитацията. Нещо повече, струнната теория предлага естествена база за обединението на фундаменталните взаимодействия [39, 49, 75].

Исторически, струнната теория възниква като опит да се опишат силните ядрени взаимодействия с така наречените дуални резонансни модели, но скоро след това бива изместена от Квантовата Хромодинамика (КХД), която е $SU(3)$ Янг-Милс калибровъчна теория. Материята в КХД се описва от кваркови полета, които се трансформират във фундаменталното представяне на калибровъчната група, докато взаимодействията между кварките се предава чрез глюонни полета трансформирани се в присъединеното представяне на $SU(3)$. Забележително свойство на КХД е асимптотичната ѝ свобода, тоест факта, че при високи енергии или еквивалентно къси разстояния, КХД има нулева константа на взаимодействието. Това означава, че КХД може да бъде изучавана пертурбативно в ултравиолетовата област. За сметка на това, ниско енергетичния режим на теорията е коренно различен. При ниски енергии КХД е силно свързана, силата на взаимодействие между кварките нараства неимоверно и те образуват свързани състояния - адрони. Този феномен се нарича конфайнмънт. Допълнително свойство на ниско енергетичната динамика на КХД е сформирването на кварков кондензат, който свързва фермионните степени на свобода с лява и дясна киралност. Тези феномени са изключително трудни за изследване поради споменатата силна свързаност на КХД и неприложимостта на стандартните пертурбативни подходи. Нови не пертурбативни инструменти за изучаване на силно свързани калибровъчни теории са нужни. Един такъв инструмент са решетъчните теории или решетъчна КХД, които имат забележителен успех в изучаването на статичните свойства на теорията, чрез използването на широко мащабни симулации. Въпреки това някои от най-интересните свойства на КХД, като механизмите за конфайнмънт и спонтанно нарушение на киралната симетрия, остават неясни. Ето защо е изключително важно да се разработят нови (аналитични) техники приложими в силно свързания режим на Янг-Милс теориите.

AdS/CFT съответствието е мощен аналитичен инструмент осигуряващ непертурбативно дуално описание на неабелеви калибровъчни теории в термините на струнна теория дефинирана върху подходящо пространство-време. Критична точка за откриването на съответствието играе така наречената граница на т'Хофт [84]. Вместо да разглеждаме $SU(3)$ като калибровъчна група на КХД, т'Хофт предлага да разгледаме $SU(N)$ Янг-Милс теория и да вземем границата $N \rightarrow \infty$, докато държим постоянна така наречената константа на свързването на т'Хофт $\lambda = N g$. т' Хофт

показва, че при тази граница само планарни фаинманови диаграми допринасят за статистическата сума на теорията, което я прави значително по-лесна за изучаване. От друга страна пертурбативното развитие в степени на $1/N$ на статистическата сума на КХД и развитието по топологични родове на статистическата сума в струнната теория имат аналогичен вид. Това допълнително мотивира търсенето на дуално описание на неабелеви калибровъчни групи (с голямо N) в рамките на теория на струните.

Тези ранни догатки за съществуването на съответствие между калибровъчните теории и струнната теория добиват по-конкретен вид с развитието на теорията на Дирихле браните (D-брани) и тяхната идентификация като източници на вече известните супергравитационни решения описващи черни брани в тип II супергравитация. Ключово наблюдение е факта, че ниско енергетичната динамика на N съвпадащи D-брани с размерност $p + 1$ се описва еднакво добре както от $SU(N)$ суперсиметрична Янг–Милс теория със същата размерност, така и от подходяща граница на супергравитационното решение. Първата калибровъчна теория изучена в този контекст е границата на т’Хофт на $\mathcal{N} = 4$ $SU(N)$ суперсиметрична Янг–Милс теория в $1 + 3$ измерения, която е максимално суперсиметрична конформна теория на полето. Съответстващото супергравитационно решение, както предлага Малдасена [66], е близко до хоризонтната граница на екстремалното 3–бранно решение на тип II гравитацията, което всъщност е $AdS_5 \times S^5$ пространство време. Това е оригиналната формулировка на AdS/CFT съответствието.

Основен обект на изучаване на дисертацията е разширението на оригиналната формулировка на AdS/CFT съответствието с цел описанието на калбровъчни теории с фундаментални полета. Мотивацията е да се изучат холографски теории, които имат близки характеристики до Квантовата Хромодинамика, тъй като оригиналната формулировка на съответствието има само полета в присъединеното представяне на калибровъчната група. Най-лесният начин да се включи фундаментална материя е да се въведе допълнителен сноп D7–брани [50]. В този модел фундаменталните полета се пораждат от спектъра на отворени струни, опънати между D3 и D7 браните. По-конкретно тези полета образуват $\mathcal{N} = 2$ фундаментален хипермултиплет, като масата на хипермултиплета е равна на енергията на отворената струна свързваща D3 и D7 браните. Съответстващата дуална калибровъчна теория е $\mathcal{N} = 2$ супер Янг–Милс, получен от взаимодействието на $\mathcal{N} = 4$ суперсиметричен Янг–Милс с $\mathcal{N} = 2$ фундаментален хипермултиплет. AdS/CFT съответствието позволява изучаването на редица свойства на теорията, като основните са фундаменталния кондензат и мезонния спектър, позволяващи разкритието на редица ефекти като спонтанно нарушение на киралната симетрия както и фазови преходи на фундаменталната материя аналогични на тези в Квантовата Хромодинамика. Изследванията са проведени в граница на т’Хофт, като броя на фундаменталните степени на свобода е много по-малък от ранга на калибровъчната група, което позволява използването на пробно приближение за D7–браните.

Един от основните резултати на дисертацията е холографското описание на Магнитната Катализа на Кирално Нарушение на Симетрията (МККНС). Магнитната катализа е универсален феномен не зависещ от микроскопичните детайли на теорията. В основата на ефекта е редуцирането на размерността $D \rightarrow D - 2$ ($3 + 1 \rightarrow 1 + 1$) на динамиката на фермионно сдвояване в магнитно поле [43]. Ефекта е съпроводен с динамично генериране на маса и е демонстриран в редица $2 + 1$ и $3 + 1$ мерни полеви теории. Предвид универсалната природа на този феномен е естествено неговото изучаване в контекста на холографското съответствие. Тези изследвания позволяват лесно описание на ефекта на кирално нарушение на симетрията в силно свързани калибровъчни теории с помощта на AdS/CFT съответствието. Холографските изследвания на мезонния спектър в магнитно поле показват както наличие на

Гелман–Оукс–Ренър зависимост между масата на кварките и тази на η' мезона, така и наличие на Зееманово разцепване на мезонния спектър. Развитата техника се използва и за изучаването на фазовата структура на теорията във външно магнитно поле.

Друг резултат на тезата е холографско описание на конфайнмент/деконфайнмент фазов преход с различни контролни параметри. В Квантовата Хромодинамика този преход се характеризира първо с деконфайнмент на глюонните степени на свобода и след това с разтапяне на свързаните кваркови състояния (топене на мезони). Разгледани са контролни параметри като температура, магнитно поле, електростатично поле и химичен потенциал. Пресметнати са различни термодинамични величини като свободна енергия, ентропия и намагнитеност, което позволява изучаването на фазовата структура на теорията. Този вид изследвания са важни от гледна точка на универсалността на много от термодинамичните характеристики на полевите теории. В този контекст те имат потенциално приложение за качествено описание на подобни ефекти в Квантовата Хромодинамика. В супергравитационното описание фазовият преход съответства на топологичен преход на геометрията на D-бранните. Това се дължи на наличието на черна дупка в гравитационното решение, чиято температура задава температурата на калибровъчната теория. Също така това определя два различни класа от D-бранни влагания – с различна топология.

Дисертацията също изучава универсални свойства на калибровъчните теории дуални на общи Dp/Dq системи свързани помежду си с T-дуалност. Оказва се, че даден (нестабилен) режим на теориите проявява забележително дискретно самоподобие [67], контролирано от локалната структура на дуалната геометрия, около хоризонта на черната дупка, която съдържа в себе си пространство на Риндлер. Подобен вид свойства са характерни за гравитационни системи със сливане на мембрана и черна дупка [32]. Дисертацията разкрива редица универсални зависимости за комплексните критични експоненти, характеризиращи дискретната самоподобност на теориите. Разгледани са редица контролни параметри като електрично поле, магнитно поле и химичен потенциал.

ОБЩИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА РАБОТАТА

Представяне на изследванията

Представените изследвания са проведени в департамента по Физика и Астрономия на Южно-Калифорнийския Университет в Лос Анджелис, САЩ. Резултатите от изследванията са публикувани в седем научни статии и са докладвани на семинари в Университета на Британска Колумбия, Южно-Калифорнийския Университет, Университета на Калифорния в Лос Анджелис и Университета на Вашингтон.

Структура на дисертацията

Дисертацията се състои от кратко въведение, шест основни глави и заключение.

Първата глава се състои от кратко въведение в AdS/CFT съответствието и обзор на съдържанието на следващите глави.

Втората глава е посветена на холографското изучаване на $\mathcal{N} = 2$ суперсиметричен Янг-Милс с фундаментална материя във външно магнитно поле. Секция 2.1 съдържа кратки мотивационни бележки и излага съдържанието на главата. Секция 2.2 съдържа числени и аналитични резултати за свойствата на фундаменталния кондензат на теорията. Секция 2.3 е посветена на мезонния спектър на теорията.

Третата глава е посветена на термалните свойства на $\mathcal{N} = 2$ суперсиметричен Янг-Милс с фундаментална материя. Секция 3.1 съдържа уводни и мотивационни бележки. Секция 3.2 съдържа кратко описание на холографското описание на фазовия преход на мезоните (топене на мезони), както и изложение на основните резултати. Секция 3.3 съдържа заключение и дискусия на резултатите.

Четвъртата глава изучава теорията от предишните две глави, но при наличието както на температура, така и на външно магнитно поле. Секция 4.1 въвежда отново холографското описание. Секция 4.2 изучава свойствата на супергравитационното решение за влагането на D7-браната. Секция 4.3 е посветена на термодинамичните свойства на теорията: свободна енергия, ентропия и намагнитеност. Секция 4.4 съдържа резултатите от изучаването на мезонния спектър и секция 4.5 съдържа кратко заключение на главата.

Петата глава е посветена на свойствата на $\mathcal{N} = 2$ суперсиметричен Янг-Милс с фундаментална материя при наличието на електрично поле. Секция 5.1 съдържа уводни бележки. Секция 5.2 задава основните параметри на холографското описание. Секция 5.3 описва свойствата на решенията за влагането на D7-браната при нулева и ненулева температура. Секция 5.4 описва геометричния аспект на нестабилната фаза на теорията. Секция 5.5 съдържа заключение на главата.

Шестата глава изучава свойствата на същата теория, но при наличието на химичен потенциал свързан с R-заряда. Секция 6.1 съдържа кратко въведение и мотивация. Секция 6.2 описва свойствата на гравитационното решение съответстващо на въртящи се D3-брани. Секция 6.3 описва включването на пробни D7-брани и термодинамиката на полевата теория, както и аспекти на AdS/CFT речника.

Седмата глава е посветена на универсалните свойства на калибровъчните теории дуални на общи Dp/Dq системи свързани помежду си с T-дуалност при наличие на редица контролни параметри. Секция 7.1 прави паралел между термални и квантови фазови преходи. Секция 7.2 съдържа анализ на термалния случай. Секция 7.3 разглежда квантови фазови преходи свързани с електрично поле и химичен потенциал. Секция 7.4 е посветена на критичните експоненти характеризиращи дискретното самоподобие. Секция 7.5 съдържа заключение на главата.

Осмата – последна глава съдържа заключение и анализ на резултатите на дисертацията.

СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИЯТА

Дисертацията изучава редица аспекти на холографския подход към калибровъчните теории с фундаментална материя в граница на т'Хофт, като броя на фундаменталните степени на свобода е много по-малък от ранга на калибровъчната група. Това позволява пробно приближение за D-бранните влагания и използването на действие на Дирак-Борн-Инфелд. Основните резултати са холографското описание на магнитна катализа на кирално нарушение на симетрията и изучаването на фазовата структура на $\mathcal{N} = 2$ суперсиметричната Янг-Милс теория холографски дуална на D3/D7 бранната система. Разгледани са редица контролни параметри като температура, външно магнитно поле, електростатично поле и химичен потенциал (на R -заряда). Изследван е и мезонния спектър на теорията, като са демонстрирани Гелман-Оукс-Ренър съотношение, ефект на Зеeman, както и наличие на тахионен сектор в термодинамично нестабилната фаза на теорията.

Глава 1: Въведение

В тази глава е направено бързо ревю на оригиналната формулировка на Малдасена на AdS/CFT съответствието [66]. Мотивирана е необходимостта от разширяване на съответствието до калибровъчни теории с фундаментални степени на свобода и е разгледан първият такъв модел предложен от Карч и Кац [50]. Направен е и кратък обзор на съдържанието на следващите глави от дисертацията.

Глава 2: Калибровъчна теория в граница на т'Хофт с фундаментална материя във външно магнитно поле при нулева температура.

Тази глава изучава ефекта на външно магнитно поле върху калибровъчната теория дуална на D3/D7 бранната система. При нулева температура тази теория е суперсиметрична тоест има нулев кондензат. Мезонния спектър е дискретен при ненулева кваркова маса и непрекъснат при нулева такава (теорията е конформна в този случай). Външното магнитно поле нарушава суперсиметрията, позволявайки не тривиален профил на фундаменталния кондензат. Забележително при нулева кваркова маса, в не ренормализирания лагранжиан, теорията развива не нулев отрицателен фундаментален кондензат, което води до спонтанно нарушение на аксиална $U(1)$ R -симетрия (без аномалии в границата на т'Хофт), аналогично на спонтанното нарушение на киралната симетрия в Квантовата Хромодинамика. Профила на D7-браната развива разделение в инфрачервената област съответстващо на динамично генерирана маса. Мезонния спектър на теорията удовлетворява съотношението на Гелман-Оакс-Ренер за масата на η' мезон съответстващ на нарушената $U(1)$ R -симетрия. Мезонния спектър също така се характеризира със Зеemanово разцепване на нивата, което при слаби магнитни полета в линейно приближение може да бъде демонстрирано в затворен вид.

В секция 2.1 е направен кратък обзор на главата. Секция 2.2 съдържа детайлите на холографската конструкция използвана за изследването. Пробната D7-брана е описана от Дирак-Борн-Инфелд (ДБИ) действие, като магнитното поле е въведено чрез фиксиране на $U(1)$ калибровъчното поле върху D7-браната, което е еквивалентно на въвеждането на константно Калб-Рамон B -поле. В същата секция е показано, че този анзац удовлетворява пълните уравнения за движение изведени от ДБИ действието. Описан е също механизма на нарушаване на суперсиметрията, чрез разглеждането на κ -симетрията върху D7-браната. В тази секция са конструирани и приближени аналитични решения при слаби магнитни полета и числени такива

демонстриращи наличието на магнитна катализа. Получена е зависимостта на фундаменталния кондензат от масата на кварка използвайки асимптотичните свойства на пробната D7-брана и AdS/CFT речника. Изследвана е свободната енергия на теорията и е показано, че стабилната фаза на теорията е тази реализираща спонтанно нарушение на $U(1)$ симетрията. Накрая, е разкрита дискретна самоподобна структура около нестабилната фаза на теорията при нулева кваркова маса. Пресметнати са критичните експоненти характеризиращи самоподобното поведение на кондензата като функция на кварковата маса.

В секция 2.3 е разгледан мезонният спектър на теорията. Идентифицирани са eta' мезона (Голдмановия бозон съответстващ на нарушената $U(1)$ симетрия) както и масивните възбуждения. Изучени са съотношението на Гелман - Оакс - Ренер и ефекта на Зеeman. Изследвана е нестабилната самоподобна структура на спектъра. При нулева кваркова маса нестабилната фаза се характеризира със дискретен мезонен спектър притежаващ безкрайна редица от тахионни възбуждения. Получени са съответните комплексни критични експоненти.

Секция 2.4 съдържа кратка дискусия на резултатите, коментирани е наличието на дискретна самоподобна структура в нестабилната фаза на теорията, при нулева кваркова маса само фазата с нарушена кирална симетрия е свободна от тахиони, при ненулева кваркова маса са възможни метастабилни състояния с фаза отместена с π спрямо основното състояние.

Секции 2.5 и 2.6 съдържат приложения съответно с изводите на конкретните формули свързващи гравитационната конструкция с полевата теория (AdS/CFT речника) и със примерен код за софтуера Mathematica, който би могъл да се използва за пресъздаването на докладваните числени резултати.

Глава 3: Термални свойства на калибровъчна теория в граница на т'Хофт с фундаментална материя.

В тази глава са изучени термодинамичните свойства на теорията разгледана в предишната глава. Холографската конструкция включва AdS_5 черна дупка, чиято температура се отъждествява с температурата на дуалната теория. Възможните влагания на D7-браната се разделят на два класа с различна топология: такива, които достигат хоризонта на събитията на черната дупка и такива, които се затварят на крайно разстояние над нея обвивайки свиваща се три сфера [12]. Тези два класа са разделени от критично влагане докосващо хоризонта на събитията в област с конична сингулярност. Топологичния преход между тези два класа съответства на фазов преход в дуалната калибровъчна теория. Влаганията достигащи хоризонта на събитията се отъждествяват с деконфайнмент фазата, в която мезонния спектър има квази-нормални възбуждения с крайно време на живот, описваща топенето на мезоните. Влаганията затварящи се на крайно разстояние над хоризонта на събитията се характеризират с нормални моди, съответстващи на дискретни мезонни възбуждения.

AdS/CFT речника свързва асимптотичните свойства на влаганията с кварковата маса и фундаментален кондензат на дуалната калибровъчна теория. Използвайки подходящи числени методи конструираме семейство от решения позволяващи ни да изучим фундаменталния кондензат и свободната енергия на теорията като функция на кварковата маса. Тези изследвания разкриват наличието на фазов преход от първи род и наличието на латентна топлина съответстваща на краен скок на фундаменталния кондензат в точката на прехода.

Секция 3.1 съдържа кратко въведение и мотивационни бележки. В секция 3.2 е представена супергравитационна система, геометрията на AdS черната дупка и на пробните D7-брани. Представени са числените решения съответстващи на фазовия

преход, както и фазовите диаграми показващи наличието на фазов преход от първи род. Скеция 3.3 е дискусия на резултатите и заключение.

Глава 4: Калибровъчна теория в граница на т'Хофт с фундаментална материя при крайна температура и магнитно поле.

В тази глава техниките от предишните две глави са използвани едновременно, за да се изучат свойствата на дуалната калибровъчна теория при наличието както на температура, така и на външно магнитно поле. Подробно е изучена фазовата диаграма на теорията. В секция 2.1 е представена използваната гравитационна система и са изведени уравненията за движение на пробната D7-брана. В секция 2.2 са изучени свойствата на пробната D7-брана. Получени са приблизителни аналитични решения при големи кваркови маси. В същото приближение е изведена и зависимостта на фундаменталният кондензат като функция на кварковата маса. Показано е, че при големи маси кондензата намалява обратно пропорционално на масата аналогично на поведението на кондензата в Квантовата Хромодинамика.

В следваща подсекция на секция 2.2 са представени числените резултати за D7-браната за общия случай на произволни параметри: температура, магнитно поле и кваркова маса. Изследван е ефекта на магнитното поле върху фазовият преход. Показано е, че магнитното поле има “охлаждащ” ефект върху прехода т.е. температурата на прехода се увеличава с увеличаването на магнитното поле. Показано е съществуването на критично магнитно поле (при фиксирана температура), отвъд което фазовият преход престава да съществува, а теорията при нулева кваркова маса реализира спонтанно нарушение на глобална $U(1)$ R-симетрията, аналог на киралната симетрия в тази система. По нататъчно увеличение на магнитното поле възстановява част от дискретната самоподобна структура наблюдавана в Глава 1.

Секция 4.3 е посветена на термодинамичния анализ на дуалната теория. Развивайки подходяща регуляризационна техника е получен израз за свободната енергия на теорията, която се идентифицира с регуляризираното евклидово действие (с точност до фактор $1/T$). Конструирани са фазовата диаграма и е направена съпоставка на стабилните и метастабилните фази на теорията, анализирайки мезонния спектър на теорията. Получени са и приблизителни аналитични изрази за свободната енергия валидни при големи кваркови маси.

В следващ раздел на секция 4.3 е изучена ентропията на системата. Представени са аналитични изрази за ентропията при големи кваркови маси, както и числени резултати в общия случай. Показано е, че ентропията е положителна и клони към нула при нулева температура. Ентропията също така е нарастваща функция на температурата с изключение на нестабилните области около фазовия преход, които се характеризират с негативен топлинен капацитет.

В по-следващ раздел на секция 4.3 е изследвана намагнитеността на теорията. Показано е, че намагнитеността зависи от ренормализационната схема поради наличието на крайни контра членове, пропорционални на интензитета на магнитното поле на квадрат. Получени са както числени резултати, така и аналитични изрази при големи кваркови маси. Накрая е проверено термодинамичното условие за стабилност, изискващо намагнитеността да е нарастваща функция на температурата.

Секция 4.4 е посветена на мезонния спектър на теорията. Изведени са пълния набор от зацепени уравнения определящи квадратните флуктуации на D7-браните като фокусът е върху флуктуациите на скаларните моди, отговарящи на трансверзалните координати на влагането. Надлъжните моди са изследвани както за нормален спектър (съответстващ на мезонната фаза), така и за квази-нормален спектър (“разтопени” мезони). Тези изследвания разграничават стабилната, метастабилната

и нестабилната фази на теорията. Напречните моди съдържат нулева мода, съответстваща на голдстоновият бозон на спонтанно нарушената $U(1)$ R -симетрия. За малки кваркови маси се наблюдава и характеристична Гелман-Оукс-Ренър зависимост на масата на псевдо голдстоновия мезон от масата на кварка. Разкрито е също така наличието на ефект на Зеeman. Накрая секция 4.5 съдържа кратка дискусия на получените резултати.

Глава 5: Калибровъчна теория в граница на т'Хофт с фундаментална материя при крайна температура и електрично поле.

Петата глава изучава теорията от предишните глави при наличието на външно електрично поле и температура. Наблегнато е върху фазовата диаграма на теорията. Ефекта на електричното поле върху фазовият преход е коренно противоположен от този на магнитното поле. В някакъв смисъл електричното поле се стреми да раздели кварките и мезоните да се дисоциират при още по-ниски температури, а при достатъчно силно електрично поле дори и при нулева температура. Важно е да се отбележи, че фазовият преход (при нулева температура) се дължи на квантови ефекти т.е. е квантов фазов преход. Нещо повече, тъй като мезоните са неутрални, а дисоциираните кварки не са, този преход е изолатор/проводник фазов преход. Механизма на този преход е по-различен от термалният фазов преход, тъй като не съответства на промяна на топологията на влаганията, а на възникването на нетривиален профил на $U(1)$ калибровъчното поле на браните. В подходяща T -дуална картина това съответства на промяна на профила на влагането след достигането на определена ергосфера.

След кратко въведение в секция 5.1, секция 5.2 излага използваната гравитационна конструкция. Изследван е ефекта на електричното поле върху пробните $D7$ -брани и е показано съществуването на ефективен хоризонт над хоризонта на събитията. Възможните влагания на $D7$ -браните се разделят на два класа: такива, които преминават през ефективния хоризонт и такива, които се затварят на крайно разстояние над него. За да избегнат разходимост на плътността на енергията на браната, влаганията достигащи ефективния хоризонт трябва да имат нетривиален профил на $U(1)$ калибровъчното поле, което съответства на наличието на стационарни електрични токове в дуалната полева теория. Преходът между двата класа влагания съответства на изолатор/проводник фазов преход.

Във секция 5.3 са получени аналитични резултати за профила на пробните брани при големи кваркови маси. Общият случай е решен числено. Разгледани са както случаят на нулева температура, така и този на крайна температура. Числените изследвания на $D7$ -бранните влагания показват наличието на клас от влагания, които навлизат в ефективния хоризонт и преди достигането на хоризонта на събитията се затварят с конична сингулярност. Наличието на конична сингулярност предполага нестабилността на тези влагания, които съответстват на нова нестабилна фаза. Резултатите от тези изследвания са обобщени във фазовата диаграма на калибровъчната теория.

В секция 5.4 са дискутирани геометричните аспекти на нестабилността определяща изолатор/проводник прехода. Разгледана е T -дуална картина, в която електричното поле съответства на въртящ момент на дуалната $D6$ -брана, докато ефективния хоризонт съответства на ергосфера. Показано е, че възникването на електричен ток, съответства на увеличаване на $D6$ -браната по посоката на въртене (във вътрешността на ергосферата), за да се избегне свръхсветлинна локална скорост.

В последната секция 5.5 е направено обобщение на резултатите от ефекта на електричното поле върху теорията, като основният ефект е наличието на изолатор/проводник фазов преход, съществуващ дори при нулева температура.

Глава 6: Фазова структура на Янг–Милс теория с фундаментална материя и химичен потенциал на R заряда.

В тази глава Янг–Милс теорията с фундаментална материя изучавана в предишните глави е разгледана при наличието на химичен потенциал на R -заряда. В дуалното гравитационно описание R -заряда на теорията съответства на въртящ момент на $D3$ -браните (както и на пробните $D7$ -брани). В общият случай, въртенето на $D3$ -браните променя компактната част на геометрията до деформирана пет сфера. Също така, в неподвижна координатна система черната дупка се сдобива с ергосфера. Ако вместо неподвижна координатна система, се въведе въртяща се (в компактната част) такава, ергосферата може да бъде избегната като ъгловата скорост на въртене съответства на химичния потенциал на R -заряда в дуалното описание. Влагането на пробна $D7$ -брана е последният необходим елемент, за да се извърши изследването.

В секция 6.1 е изложено кратко въведение в проблема, а в секция 6.2 са описани свойствата на геометрията на въртящите се $D3$ -брани. В десетмерие ко-пространството ортогонално на $D3$ -браните е шестмерно, което предполага съществуването на три двумерни равнини, в които $D3$ -браните могат да се въртят независимо. Това е в съответствие с групата на изометрия на пет сферата – $SO(6)$, която има три независими $U(1)$ подгрупи. Най-общата геометрия тогава се характеризира с три различни въртящи момента, съответстващи на трите $U(1)$ R -заряда в $\mathcal{N} = 4$ суперсиметричната Янг–Милс теория. Изведени са изрази за температурата на черната дупка, и ъгловият момент на координатната система, които съответстват на температурата и химичния потенциал в дуалната калибровъчна теория. В тази секция също така е разгледана екстремална черна дупка за случая на еднакви заряди.

В секция 6.3 е разгледано влагането на пробна $D7$ -брана. За да се запази подхода от предишните глави е разгледан случая на поне два еднакви въртящи момента, което възстановява част от изометрията на компактното пространство и $D7$ -браната отново обвива кръгла три-сфера. В зависимост от стойността на допълнителния трети заряд са разгледани два случая: случая на три еднакви заряда и случая на два нулеви и един различен ненулев заряди. В секцията са изследвани подробно свойствата на влаганията и връзката им с дуалната теория. За да бъде химичният потенциал на фундаментални и присъединените полета еднакъв е необходимо пробната $D7$ -брана да се върти със същата скорост като координатната система. Това предполага разглеждането да се извърши в координатна система неподвижна спрямо пробната брана (на безкрайност), в която отново имаме ергосфера.

Влаганията на $D7$ -браната пак се разделят на два класа: такива които достигат ергосферата, а след това и хоризонта на събитията и такива, които се затварят на крайно разстояние над ергосферата. Влаганията достигащи ергосферата се увеличат от въртенето на геометрията и развиват профил по посока на ъгловата скорост на въртене, което съответства на времезависеща фаза на масата (или кондензата) в дуалната калибровъчна теория. Тази фаза също така съответства на дисоциирани мезони. Както се очаква химичния потенциал има дисоцииращ ефект подпомагащ топенето на мезонните състояния. Подобно на случая на електрично поле фазовият преход съществува и при нулева температура и краен химичен потенциал, което съответства на квантов фазов преход. Показано е, че дисоциираната фаза се характеризира с ненулева фазова разлика между масата и кондензата, която служи като параметър на подреждането за фазовия преход.

Глава 7: Универсалност и динамиката на фундаментална материя в граница на т'Хофт.

В тази глава са дискутирани някои общи свойства на фазовите преходи изследвани в глави 3, 5 и 6. В частност фокусът е върху дискретната самоподобност на теорията в критичния нестабилен режим на прехода от свързано в дисоциирано състояние на мезоните. Във всеки от изследваните случаи дуалното гравитационно описание на теорията включва пробни $D7$ -брани, чиито влагания попадат в два различни класа: такива, които достигат хоризонта на събитията (или друга подобна повърхност) и такива, които се затварят над крайно разстояние над него. Тези класове са разделени от критично влагане, което достига хоризонта, но се затваря в конична сингулярност. Този тип влагания съществуват и в други D -бранни системи, различни от $D3/D7$ системата, като в зависимост от размерността на вътрешният цикъл обвит от пробната D -брана, системите попадат в различни класове на универсалност според стойността на комплексните критични експоненти характеризиращи дискретната самоподобност.

В секция 7.2 е разгледан случая на термални фазови преходи. Изложен е аналитичен подход включващ фокусирането върху областта в близост до хоризонта на събитията, където локалната геометрия е пространството на Риндлер. Следва анализ на областта около критичните влагания, който може да бъде проведен аналитично и пресмятане на критичните експоненти характеризиращи дискретното самоподобно поведение.

Секция 7.3 е посветена на квантови фазови преходи, разгледани са случаите на електрично поле и химичен потенциал на R -заряда. Случая на електрично поле е разгледан в T -дуално описание, в което ролята на ефективен хоризонт се играе от ергосфера, а електричното поле съответства на въртяща координатна система. Фокусирайки се върху критичното влагане, което достига ергосферата в конична сингулярност се разглежда локалната метрика на пространството в близост до коничната сингулярност. Анализът на влаганията в околността на критичното влагане може да бъде проведен аналитично, което позволява пресмятането на критичните експоненти за обща Dp/Dq система. В същата секция е разгледан конкретно и случая на химичен потенциал изучен в глава 6. Показано е, че критичните експоненти се задават със същата формула както в случая на електрично поле.

Секция 7.4 разглежда общ случай на ефективен хоризонт като локалната метрика се обобщава така, че случаите на хоризонт на събитията или на ергосфера се получават като частни случаи. Проведен е анализ на областта около критичното влагане и са изведени общи формули за критичните експоненти. Последната секция 7.5 съдържа кратка дискусия на резултатите от тази глава.

Глава 8: Заключение

В глава 8 е направен обзор на резултатите от предишните глави като са подчертани основните резултати от изследването.

Научни приноси

В заключение, обобщаваме оригиналните резултати от изследванията представени в Глави 2 - 7.

1) Глава 2:

– Реализиран е ефекта на магнитна катализа на кирално нарушение на симетрията и динамично генериране на маса, в холографска система дуална на $\mathcal{N} = 2$ калибровъчна теория с фундаментална материя.

– Изследван е ефекта на магнитното поле върху фундаменталния кондензат. Разкрито е наличието на множество фази като са идентифицирани стабилните фази на теорията. Показано е съществуването на дискретна самоподобна структура в нестабилната фаза на теорията.

– Изследван е мезонния спектър на теорията. Показано е наличието на ефект на Зеeman. Идентифицирани са голдстоновите моди съответстващи на спонтанно нарушената симетрия. Показано е наличието на Гелман-Оукс-Ренър съотношение.

2) Глава 3:

– Развити са подходящи числени методи позволяващи ефективното изследване на свойствата на пробните $D7$ -брани и детайлното възпроизвеждане на уравнението на състоянието на дуалната теория в термини на фундаменталния кондензат и кварковата маса.

– Показано е, че фазовият преход от свързано състояние на мезоните към фаза с дисоциирани мезони е от първи род. Изследван е мезонния спектър и е разкрито наличието на тахионни моди в термодинамично нестабилните фази. Тези два резултата са получени независимо и в други източници.

3) Глава 4:

– Изследван е ефекта на външно магнитно поле върху фазовият преход на теорията при крайна температура. Показано е, че магнитното поле има “охлаждащ” ефект. Построена е фазовата диаграма на теорията.

– Развита е схема за холографска ренормализация и е изведен израз за свободната енергия на теорията. Направен е термодинамичен анализ, изследвани са ентропията и намагнитеността.

– Направен е подробен анализ на мезонния спектър на теорията. Изучени са нормални и квази-нормални възбуждения. Изследвани са стабилните, метастабилните и нестабилните фази на теорията. Показан е ефект на Зеeman, идентифицирани са голдстоновите моди.

4) Глава 5:

– Изследвана е фазовата структура на теорията при наличие на външно електрично поле. Показано е, че електричното поле има дисоцииращ ефект върху мезоните водещ до наличието на квантов фазов преход от непроводяща към проводяща фаза.

– Построена е фазовата диаграма на теорията. Показано е наличието на нова нестабилна фаза. Развита е геометрична интерпретация на нестабилността предизвикана от електричното поле, като е показано, че в T -дуално описание ефективния хоризонт съответства на ергосфера, а нестабилността е предизвикана от наличието на свръсветлинни локални скорости в нестабилната фаза.

5) Глава 6:

– Изследван е ефекта на химичен потенциал на R -заряда върху фазовата структура на теорията. Получени са фазовите диаграми на теорията за случаите на три еднакви заряда, както и за случаят на един заряд.

– Показано е наличието на квантов фазов преход при нулева температура. Доказано е, че дисоциираното състояние на теорията се характеризира с времезависеща комплексна фаза на масата и крайна фазова разлика между масата и кондензата.

– Изведен е AdS/CFT речника за конкретната система и е идентифициран параметър на подреждане на фазовият преход.

5) Глава 7:

– Изследвани са универсалните свойства на квантови фазови преходи в теории дуални на общи Dp/Dq бранни системи. В частност е изследвано наличието на дискретна самоподобна структура в областта на фазовият преход съответстваща на топологичния преход на Dq -браните.

– Изведени са формули за критичните експоненти характеризиращи фазови преходи под въздействието на външно електрично поле или химичен потенциал на R -заряда. Тези формули са приложени за случаите разгледани в Глави 5 и 6.

– Изведена е обобщена формула за комплексните критични експоненти описваща както термални така и квантови фазови преходи като частни случаи.

БЛАГОДАРНОСТИ

Първо бих искал да благодаря на научният си ръководител проф. Клифорд Джонсън за това, че ме въведе в предмета на моите научни изследвания. Благодарен съм за постоянното му насърчаване на оригинално мислене и креативност, както и за готовността му да подкрепя нови научни насоки. Високо оценявам факта, че той никога не опражни натиск върху моите изследвания и ми оказваше подкрепа и насока.

На следващо място бих искал да благодаря на проф. Николас Уорнър за готовността му да дискутира важни физични концепти. Научих много както от дискусии, така и от неговите отлични курсове по обща теория на относителността и суперструнна теория.

Също така бих искал да благодаря на проф. Крищоф Пилч за неговите коментари и напътствия по време на дискусии, както и затова, че беше рецензент на дисертацията ми. Научих много от взаимодействието си с него. Също така съм много задължен на проф. Ицхак Барс, в частност за дискусиите ми с него на разнообразни научни теми. Бих искал да благодаря на проф. Стефан Хаас за неговата подкрепа като докторантски координатор. Дължа благодарности и на проф. Елена Пиерпаоли и проф. Тод Брун за това, че бяха рецензенти на дисертацията ми.

Не на последно място бих искал да благодаря на д-р Тамиим Албаш и д-р Арнаб Кунду за изключително плодотворната ни колаборация. И накрая бих искал да благодаря на семеството си и моята съпруга Деница.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИЯТА

Публикации в международни списания:

1. T. Albash, V. G. Filev, C. V. Johnson and A. Kundu, “*A Topology-changing phase transition and the dynamics of flavour,*”, Phys. Rev. D **77**, 066004 (2008), hep-th/0605088
2. T. Albash, V. G. Filev, C. V. Johnson and A. Kundu, “*Global Currents, Phase Transitions, and Chiral Symmetry Breaking in Large $N(c)$ Gauge Theory,*”, JHEP **0812**, 033 (2008), hep-th/0605175.
3. V. G. Filev, C. V. Johnson, R. C. Rashkov and K. S. Viswanathan, “*Flavoured large N gauge theory in an external magnetic field,*”, JHEP **0710**, 019 (2007), hep-th/0701001
4. V. G. Filev, “*Criticality, scaling and chiral symmetry breaking in external magnetic field,*”, JHEP **0804**, 088 (2008), arXiv:0706.3811 [hep-th].
5. T. Albash, V. G. Filev, C. V. Johnson and A. Kundu, “*Finite temperature large N gauge theory with quarks in an external magnetic field,*”, JHEP **0807** (2008) 080, arXiv:0709.1547 [hep-th]
6. T. Albash, V. G. Filev, C. V. Johnson and A. Kundu, “*Quarks in an external electric field in finite temperature large N gauge theory,*” JHEP **0808**, 092 (2008), arXiv:0709.1554 [hep-th].
7. V. G. Filev and C. V. Johnson, “*Universality in the Large $N(c)$ Dynamics of Flavour: Thermal Vs. Quantum Induced Phase Transitions,*”, JHEP **0810**, 058 (2008), arXiv:0805.1950 [hep-th]

Забелязани цитирания:

Публикация 1:

- T. Alho, V. G. M. Puletti, R. Pourhasan and L. Thorlacius, “Monopole correlation functions and holographic phases of matter in 2+1 dimensions,” Phys. Rev. D **94**, no. 10, 106012 (2016), arXiv:1607.04059 [hep-th].
- A. Banerjee, A. Kundu and S. Kundu, “Emergent Horizons and Causal Structures in Holography,” JHEP **1609**, 166 (2016), arXiv:1605.07368 [hep-th]
- S. F. Taghavi and A. Vahedi, “Equilibrium Instability of Chiral Mesons in External Electromagnetic Field via AdS/CFT,” JHEP **1606**, 053 (2016), arXiv:1603.09264 [hep-th].
- N. Evans and K. Y. Kim, “Holographic Nambu–Jona-Lasinio interactions,” Phys. Rev. D **93**, no. 6, 066002 (2016), arXiv:1601.02824 [hep-th]
- N. Iqbal, “Monopole correlations in holographically flavored liquids,” Phys. Rev. D **91**, no. 10, 106001 (2015), arXiv:1409.5467 [hep-th].
- M. Ali-Akbari, Z. Rezaei and A. Vahedi, “Thermal fluctuations and meson melting: a holographic approach,” J. Phys. G **42**, no. 7, 075001 (2015), arXiv:1406.2900 [hep-th]

- T. Ishii, S. Kinoshita, K. Murata and N. Tanahashi, “Dynamical Meson Melting in Holography,” *JHEP* **1404**, 099 (2014), arXiv:1401.5106 [hep-th]
- C. Hoyos, T. Nishioka and A. O’Bannon, “A chiral magnetic effect from AdS/CFT with flavor,” *Lect. Notes Phys.* **871**, 341 (2013).
- P. M. Hohler and Y. Yin, “Charmonium moving through a strongly coupled QCD plasma: a holographic perspective,” *Phys. Rev. D* **88**, 086001 (2013), arXiv:1305.1923 [nucl-th]
- F. Bigazzi, A. L. Cotrone and J. Tarrio, “Charged D3-D7 plasmas: novel solutions, extremality and stability issues,” *JHEP* **1307**, 074 (2013), arXiv:1304.4802 [hep-th]
- I. Bah, “Topics in Holography and Four Dimensional Superconformal Field Theories,” Ph.D. Thesis, U. Michigan
- D. E. Kharzeev and H. U. Yee, “Chiral helix in AdS/CFT with flavor,” *Phys. Rev. D* **84**, 125011 (2011), arXiv:1109.0533 [hep-th]
- C. Hoyos, T. Nishioka and A. O’Bannon, “A Chiral Magnetic Effect from AdS/CFT with Flavor,” *JHEP* **1110**, 084 (2011), arXiv:1106.4030 [hep-th]
- S. P. Kumar, “Spinning flavour branes and fermion pairing instabilities,” *Phys. Rev. D* **84**, 026003 (2011), arXiv:1104.1405 [hep-th]
- N. Evans, A. Gebauer and K. Y. Kim, “E, B, μ , T Phase Structure of the D3/D7 Holographic Dual,” *JHEP* **1105**, 067 (2011), arXiv:1103.5627 [hep-th]
- J. Rafferty, “Holographic Roberge Weiss Transitions II - Defect Theories and the Sakai Sugimoto Model,” *JHEP* **1109**, 087 (2011), arXiv:1103.2315 [hep-th]
- G. Guralnik, Z. Guralnik and C. Pehlevan, “Dynamics of the chiral phase transition from AdS/CFT duality,” *JHEP* **1112**, 111 (2011), arXiv:1101.3095 [hep-th]
- J. Casalderrey-Solana, H. Liu, D. Mateos, K. Rajagopal and U. A. Wiedemann, “Gauge/String Duality, Hot QCD and Heavy Ion Collisions,” book:Gauge/String Duality, Hot QCD and Heavy Ion Collisions. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2014, arXiv:1101.0618 [hep-th]
- M. Ammon, “Gauge/gravity duality applied to condensed matter systems,” *Fortsch. Phys.* **58**, 1123 (2010)
- G. Grignani, T. Harmark, A. Marini, N. A. Obers and M. Orselli, “Heating up the BIon,” *JHEP* **1106**, 058 (2011), arXiv:1012.1494 [hep-th]
- N. Evans, K. Jensen and K. Y. Kim, “Non Mean-Field Quantum Critical Points from Holography,” *Phys. Rev. D* **82**, 105012 (2010), arXiv:1008.1889 [hep-th]
- G. Aarts, S. P. Kumar and J. Rafferty, “Holographic Roberge-Weiss Transitions,” *JHEP* **1007**, 056 (2010), arXiv:1005.2947 [hep-th]
- N. Evans, A. Gebauer, K. Y. Kim and M. Magou, “Phase diagram of the D3/D5 system in a magnetic field and a BKT transition,” *Phys. Lett. B* **698**, 91 (2011), arXiv:1003.2694 [hep-th]
- F. Rust, “In-medium effects in the holographic quark-gluon plasma,” *Adv. High Energy Phys.* **2010**, 564 (2010), arXiv:1003.0187 [hep-th]

- N. Evans, A. Gebauer, K. Y. Kim and M. Magou, “Holographic Description of the Phase Diagram of a Chiral Symmetry Breaking Gauge Theory,” JHEP **1003**, 132 (2010), arXiv:1002.1885 [hep-th]
- M. C. Wapler, “Thermodynamics of Holographic Defects,” JHEP **1001**, 056 (2010), arXiv:0911.2943 [hep-th]
- M. C. Wapler, “Holographic Experiments on Defects,” Int. J. Mod. Phys. A **25**, 4397 (2010), arXiv:0909.1698 [hep-th]
- H. Y. Chen, K. Hashimoto and S. Matsuura, “Towards a Holographic Model of Color-Flavor Locking Phase,” JHEP **1002**, 104 (2010), arXiv:0909.1296 [hep-th]
- M. Ammon, T. H. Ngo and A. O’Bannon, “Holographic Flavor Transport in Arbitrary Constant Background Fields,” JHEP **0910**, 027 (2009) [arXiv:0908.2625 [hep-th]]
- A. Karch, A. O’Bannon and L. G. Yaffe, “Critical Exponents from AdS/CFT with Flavor,” JHEP **0909**, 042 (2009), arXiv:0906.4959 [hep-th]
- A. Karch, A. O’Bannon and E. Thompson, “The Stress-Energy Tensor of Flavor Fields from AdS/CFT,” JHEP **0904**, 021 (2009), arXiv:0812.3629 [hep-th]
- R. C. Myers and M. C. Wapler, “Transport Properties of Holographic Defects,” JHEP **0812**, 115 (2008), arXiv:0811.0480 [hep-th]
- A. O’Bannon, “Toward a Holographic Model of Superconducting Fermions,” JHEP **0901**, 074 (2009), arXiv:0811.0198 [hep-th]
- J. L. Davis, P. Kraus and A. Shah, “Gravity Dual of a Quantum Hall Plateau Transition,” JHEP **0811**, 020 (2008), arXiv:0809.1876 [hep-th]
- M. Kulaxizi and A. Parnachev, “Comments on Fermi Liquid from Holography,” Phys. Rev. D **78**, 086004 (2008), arXiv:0808.3953 [hep-th].
- M. Kaminski, “Holographic quark gluon plasma with flavor,” Fortsch. Phys. **57**, 3 (2009), arXiv:0808.1114 [hep-th]
- N. Evans and E. Threlfall, “The Thermal phase transition in a QCD-like holographic model,” Phys. Rev. D **78**, 105020 (2008), arXiv:0805.0956 [hep-th]
- R. C. Myers and A. Sinha, “The Fast life of holographic mesons,” JHEP **0806**, 052 (2008), arXiv:0804.2168 [hep-th]
- N. Evans and E. Threlfall, “Mesonic quasinormal modes of the Sakai-Sugimoto model at high temperature,” Phys. Rev. D **77**, 126008 (2008), arXiv:0802.0775 [hep-th]
- K. D. Jensen, A. Karch and J. Price, “Strongly bound mesons at finite temperature and in magnetic fields from AdS/CFT,” JHEP **0804**, 058 (2008), arXiv:0801.2401 [hep-th]
- T. Azeyanagi, A. Karch, T. Takayanagi and E. G. Thompson, “Holographic calculation of boundary entropy,” JHEP **0803**, 054 (2008), arXiv:0712.1850 [hep-th]
- E. Caceres, R. Flauger, M. Ihl and T. Wrase, “New supergravity backgrounds dual to N=1 SQCD-like theories with $N(f) = 2N(c)$,” JHEP **0803**, 020 (2008), arXiv:0711.4878 [hep-th]

- I. Bah, A. Faraggi, L. A. Pando Zayas and C. A. Terrero-Escalante, “Holographic entanglement entropy and phase transitions at finite temperature,” *Int. J. Mod. Phys. A* **24**, 2703 (2009), arXiv:0710.5483 [hep-th]
- F. Benini, “A Chiral cascade via backreacting D7-branes with flux,” *JHEP* **0810**, 051 (2008), arXiv:0710.0374 [hep-th]
- S. Nakamura, Y. Seo, S. J. Sin and K. P. Yogendran, “Baryon-charge Chemical Potential in AdS/CFT,” *Prog. Theor. Phys.* **120**, 51 (2008), arXiv:0708.2818 [hep-th]
- S. Nakamura, Y. Seo, S. J. Sin and K. P. Yogendran, “A New Phase at Finite Quark Density from AdS/CFT,” *J. Korean Phys. Soc.* **52**, 1734 (2008), hep-th/0611021

Публикация 2:

- M. S. Alam, “Phase transitions in holographic QCD and instanton crystals,” Ph.D. Thesis (2014), Texas U., <https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/27159>
- R. Meyer, “Holography in External Fields and in Time Dependent Backgrounds,” Ph.D. Thesis (2009), Munich U., <http://edoc.ub.uni-muenchen.de/10466/>
- J. Casalderrey-Solana, H. Liu, D. Mateos, K. Rajagopal and U. A. Wiedemann, “Gauge/String Duality, Hot QCD and Heavy Ion Collisions,” book: *Gauge/String Duality, Hot QCD and Heavy Ion Collisions*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2014, arXiv:1101.0618 [hep-th]
- G. Grignani, T. Harmark, A. Marini, N. A. Obers and M. Orselli, “Heating up the BIon,” *JHEP* **1106**, 058 (2011), arXiv:1012.1494 [hep-th]
- M. C. Wapler, “Thermodynamics of Holographic Defects,” *JHEP* **1001** (2010) 056, arXiv:0911.2943 [hep-th]
- S. l. Cui, Y. h. Gao, Y. Seo, S. j. Sin and W. s. Xu, “Note on a non-critical holographic model with a magnetic field,” *Phys. Rev. D* **81** (2010) 066001, arXiv:0910.2661 [hep-th]
- M. C. Wapler, “Holographic Experiments on Defects,” *Int. J. Mod. Phys. A* **25**, 4397 (2010), arXiv:0909.1698 [hep-th]
- H. Y. Chen, K. Hashimoto and S. Matsuura, “Towards a Holographic Model of Color-Flavor Locking Phase,” *JHEP* **1002**, 104 (2010), arXiv:0909.1296 [hep-th]
- N. Evans and E. Threlfall, “Chemical Potential in the Gravity Dual of a 2+1 Dimensional System,” *Phys. Rev. D* **79**, 066008 (2009), arXiv:0812.3273 [hep-th]
- R. C. Myers and M. C. Wapler, “Transport Properties of Holographic Defects,” *JHEP* **0812**, 115 (2008), arXiv:0811.0480 [hep-th]
- A. O’Bannon, “Toward a Holographic Model of Superconducting Fermions,” *JHEP* **0901**, 074 (2009), arXiv:0811.0198 [hep-th]
- M. Kaminski, “Holographic quark gluon plasma with flavor,” *Fortsch. Phys.* **57**, 3 (2009), arXiv:0808.1114 [hep-th]

Публикация 3:

- W. Clemens and N. Evans, “A Holographic Study of the Gauged NJL Model,” *Phys. Lett. B* **771**, 1 (2017), arXiv:1702.08693 [hep-th]
- A. Kundu and N. Kundu, “Fundamental Flavours, Fields and Fixed Points: A Brief Account,” *JHEP* **1703**, 071 (2017), arXiv:1612.08624 [hep-th]
- Marc Alexander Scott, “Dynamic AdS/QCD: A holographic approach to asymptotically free gauge theories,” Ph.D. Thesis, Southampton U., 2016-09, <https://eprints.soton.ac.uk/410312>
- M. S. Alam, “Phase transitions in holographic QCD and instanton crystals,” Ph.D. Thesis (2014), Texas U., <https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/27159>
- Y. Bea, “Holographic duality and applications,” arXiv:1612.00247 [hep-th], Ph.D. Thesis
- E. d. Guo and S. Lin, “Quark Mass Correction to Chiral Separation Effect and Pseudoscalar Condensate,” *JHEP* **1701**, 111 (2017), arXiv:1610.05886 [hep-th]
- D. Kaviani, “D7-brane dynamics and thermalization in the Kuperstein–Sonnenschein model,” *Nucl. Phys. B* **919** (2017) 142, arXiv:1608.02380 [hep-th]
- Z. Fang, “Anomalous dimension, chiral phase transition and inverse magnetic catalysis in soft-wall AdS/QCD,” *Phys. Lett. B* **758**, 1 (2016)
- N. Evans, C. Miller and M. Scott, “Inverse Magnetic Catalysis in Bottom-Up Holographic QCD,” *Phys. Rev. D* **94**, no. 7, 074034 (2016), arXiv:1604.06307 [hep-ph]
- S. F. Taghavi and A. Vahedi, “Equilibrium Instability of Chiral Mesons in External Electromagnetic Field via AdS/CFT,” *JHEP* **1606**, 053 (2016), arXiv:1603.09264 [hep-th]
- E. d. Guo and S. Lin, “Quark mass effect on axial charge dynamics,” *Phys. Rev. D* **93**, no. 10, 105001 (2016), arXiv:1602.03952 [hep-th]
- H. Ng? Thanh, “Gauge/gravity duality: From quantum phase transitions towards out-of-equilibrium physics, Ph.D. Thesis, Munich U., (2011), <https://edoc.ub.uni-muenchen.de/13314/>
- P. Kerner, “Gauge/gravity duality: a road towards reality,” Ph.D. Thesis, Munich U., (2011), <https://edoc.ub.uni-muenchen.de/14302/>
- M. M. Ammon, “Gauge/Gravity Duality applied to Condensed Matter Systems,” Ph.D. Thesis, Munich U., (2010), <https://edoc.ub.uni-muenchen.de/11773/>
- N. Evans and K. Y. Kim, “Holographic Nambu–Jona-Lasinio interactions,” *Phys. Rev. D* **93**, no. 6, 066002 (2016), arXiv:1601.02824 [hep-th]
- D. Dudal, D. R. Granado and T. G. Mertens, “No inverse magnetic catalysis in the QCD hard and soft wall models,” *Phys. Rev. D* **93**, no. 12, 125004 (2016), arXiv:1511.04042 [hep-th]
- N. Evans, P. Jones and M. Scott, “Soft walls in dynamic AdS/QCD and the technidilaton,” *Phys. Rev. D* **92**, no. 10, 106003 (2015), arXiv:1508.06540 [hep-ph]

- M. Ammon and J. Erdmenger, “Gauge/gravity duality : Foundations and applications,” Cambridge Univ. Pr., 2015, ISBN: 9781107010345
- M. Ali-Akbari, F. Charmchi, A. Davody, H. Ebrahim and L. Shahkarami, “Time-dependent meson melting in an external magnetic field,” Phys. Rev. D **91**, 106008 (2015), arXiv:1503.04439 [hep-th]
- V. A. Miransky and I. A. Shovkovy, “Quantum field theory in a magnetic field: From quantum chromodynamics to graphene and Dirac semimetals,” Phys. Rept. **576**, 1 (2015), arXiv:1503.00732 [hep-ph]
- M. S. Alam, “Phase transitions in holographic QCD and instanton crystals,” Ph.D. Thesis (2014), Texas U., <https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/27159>
- K. A. Mamo, “Inverse magnetic catalysis in holographic models of QCD,” JHEP **1505**, 121 (2015), arXiv:1501.03262 [hep-th]
- K. Hashimoto, T. Oka and A. Sonoda, “Electromagnetic instability in holographic QCD,” JHEP **1506**, 001 (2015), arXiv:1412.4254 [hep-th]
- J. Erdmenger, N. Evans and M. Scott, “Meson spectra of asymptotically free gauge theories from holography,” Phys. Rev. D **91**, no. 8, 085004 (2015), arXiv:1412.3165 [hep-ph]
- M. Pirrone, “On marginally deformed AdS/CFT,” Ph.D. Thesis, Milan Bicocca U., 2008, <http://inspirehep.net/record/1328905>
- Y. Bea, N. Jokela, M. Lippert, A. V. Ramallo and D. Zoakos, “Flux and Hall states in ABJM with dynamical flavors,” JHEP **1503**, 009 (2015), arXiv:1411.3335 [hep-th]
- M. Ali-Akbari and S. F. Taghavi, “Chiral Magnetic Effect in the Anisotropic Quark-Gluon Plasma,” JHEP **1504**, 181 (2015), arXiv:1408.6361 [hep-th]
- N. Evans and P. Jones, “Holographic Graphene in a Cavity,” Phys. Rev. D **90**, no. 8, 086008 (2014), arXiv:1407.3097 [hep-th]
- N. Evans and M. Scott, “Hyper-Scaling Relations in the Conformal Window from Dynamic AdS/QCD,” Phys. Rev. D **90**, no. 6, 065025 (2014), arXiv:1405.5373 [hep-ph]
- C. Suphakorn, “Finite-size Effects in Holography,” Ph.D. Thesis, Durham U., 2013, <http://etheses.dur.ac.uk/9494/>
- P. Vanichchajoen, “Branes and applications in string theory and M-theory,” Ph.D. Thesis, Duhram U., 2014, <http://etheses.dur.ac.uk/10552/>
- S. Chunlen, K. Peeters, P. Vanichchajoen and M. Zamaklar, “Signals of a new phase in $\mathcal{N} = 2$ gauge theory with a magnetic field on the three-sphere,” JHEP **1409**, 058 (2014), arXiv:1405.1996 [hep-th]
- N. Jokela, A. V. Ramallo and D. Zoakos, “Magnetic catalysis in flavored ABJM,” JHEP **1402**, 021 (2014), arXiv:1311.6265 [hep-th]
- N. Evans and K. Y. Kim, “Vacuum alignment and phase structure of holographic bi-layers,” Phys. Lett. B **728**, 658 (2014), arXiv:1311.0149 [hep-th]

- R. Meyer, “Holography in External Fields and in Time Dependent Backgrounds,” Ph.D. Thesis (2009), Munich U., <http://edoc.ub.uni-muenchen.de/10466/>
- M. Ali-Akbari and H. Ebrahim, “Chiral symmetry breaking: To probe anisotropy and magnetic field in quark-gluon plasma,” *Phys. Rev. D* **89**, no. 6, 065029 (2014), arXiv:1309.4715 [hep-th]
- S. A. Gentle, “Holography, black holes and condensed matter physics,” Ph.D. Thesis, Durham U., 2013, <http://etheses.dur.ac.uk/7286/>
- T. Alho, N. Evans and K. Tuominen, “Dynamic AdS/QCD and the Spectrum of Walking Gauge Theories,” *Phys. Rev. D* **88**, 105016 (2013), arXiv:1307.4896 [hep-ph]
- M. Schaib Alam, M. Ihl, A. Kundu and S. Kundu, “Dynamics of Non-supersymmetric Flavours,” *JHEP* **1309**, 130 (2013), arXiv:1306.2178 [hep-th]
- S. Y. Wu and D. L. Yang, “Holographic Photon Production with Magnetic Field in Anisotropic Plasmas,” *JHEP* **1308**, 032 (2013), arXiv:1305.5509 [hep-th]
- M. D’Elia, “Lattice QCD in background fields,” *J. Phys. Conf. Ser.* **432**, 012004 (2013).
- C. Hoyos, T. Nishioka and A. O’Bannon, “A chiral magnetic effect from AdS/CFT with flavor,” *Lect. Notes Phys.* **871**, 341 (2013).
- O. DeWolfe, S. S. Gubser, C. Rosen and D. Teaney, “Heavy ions and string theory,” *Prog. Part. Nucl. Phys.* **75**, 86 (2014), arXiv:1304.7794 [hep-th]
- T. Kalaydzhyan, “Quark-gluon plasma in strong magnetic fields,” DESY-THESIS-2013-010.
- Y. Bu, “Electromagnetic signature in holographic plasma with B field,” *Phys. Rev. D* **87**, no. 2, 026005 (2013).
- M. Ali-Akbari and H. Ebrahim, “Thermalization in External Magnetic Field,” *JHEP* **1303**, 045 (2013), arXiv:1211.1637 [hep-th]
- N. Jokela, J. Mas, A. V. Ramallo and D. Zoakos, “Thermodynamics of the brane in Chern-Simons matter theories with flavor,” *JHEP* **1302**, 144 (2013), arXiv:1211.0630 [hep-th]
- N. Evans, “Holographic Description of the QCD Phase Diagram and Out of Equilibrium Dynamics,” *EPJ Web Conf.* **70**, 00041 (2014), arXiv:1209.0626 [hep-ph]
- D. K. Brattan, R. A. Davison, S. A. Gentle and A. O’Bannon, “Collective Excitations of Holographic Quantum Liquids in a Magnetic Field,” *JHEP* **1211**, 084 (2012), arXiv:1209.0009 [hep-th]
- M. D’Elia, “Lattice QCD Simulations in External Background Fields,” *Lect. Notes Phys.* **871**, 181 (2013), arXiv:1209.0374 [hep-lat]
- F. Preis, A. Rebhan and A. Schmitt, “Inverse magnetic catalysis in field theory and gauge-gravity duality,” *Lect. Notes Phys.* **871**, 51 (2013), arXiv:1208.0536 [hep-ph]

- O. Bergman, J. Erdmenger and G. Lifschytz, “A Review of Magnetic Phenomena in Probe-Brane Holographic Matter,” *Lect. Notes Phys.* **871**, 591 (2013), arXiv:1207.5953 [hep-th]
- S. Bolognesi, J. N. Laia, D. Tong and K. Wong, “A Gapless Hard Wall: Magnetic Catalysis in Bulk and Boundary,” *JHEP* **1207**, 162 (2012), arXiv:1204.6029 [hep-th]
- N. Evans, K. Y. Kim, M. Magou, Y. Seo and S. J. Sin, “The Baryonic Phase in Holographic Descriptions of the QCD Phase Diagram,” *JHEP* **1209**, 045 (2012), arXiv:1204.5640 [hep-th]
- M. S. Alam, V. S. Kaplunovsky and A. Kundu, “Chiral Symmetry Breaking and External Fields in the Kuperstein-Sonnenschein Model,” *JHEP* **1204**, 111 (2012), arXiv:1202.3488 [hep-th]
- S. Bolognesi and D. Tong, “Magnetic Catalysis in AdS₄,” *Class. Quant. Grav.* **29**, 194003 (2012), arXiv:1110.5902 [hep-th]
- J. Erdmenger, P. Kerner and M. Strydom, “Holographic superconductors at finite isospin density or in an external magnetic field,” *PoS FACESQCD* (2010) 004
- N. Evans, A. Gebauer, M. Magou and K. Y. Kim, “Towards a Holographic Model of the QCD Phase Diagram,” *J. Phys. G* **39**, 054005 (2012), arXiv:1109.2633 [hep-th]
- M. Ammon *et al.*, “On Stability and Transport of Cold Holographic Matter,” *JHEP* **1109**, 030 (2011), arXiv:1108.1798 [hep-th]
- A. V. Zayakin, “Properties of the Vacuum in Models for QCD: Holography vs. Resummed Field Theory. A Comparative Study,” Ph.D. Thesis, Munich U., 2011, <https://edoc.ub.uni-muenchen.de/13074/>
- N. Evans, K. Y. Kim and M. Magou, “Holographic Wilsonian Renormalization and Chiral Phase Transitions,” *Phys. Rev. D* **84**, 126016 (2011), arXiv:1107.5318 [hep-th]
- N. Evans, K. Y. Kim, J. P. Shock and J. P. Shock, “Chiral phase transitions and quantum critical points of the D3/D7(D5) system with mutually perpendicular E and B fields at finite temperature and density,” *JHEP* **1109**, 021 (2011), arXiv:1107.5053 [hep-th]
- D. Kutasov, J. Lin and A. Parnachev, “Conformal Phase Transitions at Weak and Strong Coupling,” *Nucl. Phys. B* **858**, 155 (2012), arXiv:1107.2324 [hep-th]
- C. Hoyos, T. Nishioka and A. O’Bannon, “A Chiral Magnetic Effect from AdS/CFT with Flavor,” *JHEP* **1110**, 084 (2011), arXiv:1106.4030 [hep-th]
- N. Evans, A. Gebauer and K. Y. Kim, “E, B, μ , T Phase Structure of the D3/D7 Holographic Dual,” *JHEP* **1105**, 067 (2011), arXiv:1103.5627 [hep-th]
- K. Y. Kim, J. P. Shock and J. Tarrio, “The open string membrane paradigm with external electromagnetic fields,” *JHEP* **1106**, 017 (2011), arXiv:1103.4581 [hep-th]
- J. Erdmenger, V. Grass, P. Kerner and T. H. Ngo, “Holographic Superfluidity in Imbalanced Mixtures,” *JHEP* **1108**, 037 (2011), arXiv:1103.4145 [hep-th]

- N. Callebaut, D. Dudal and H. Verschelde, “Holographic study of rho meson mass in an external magnetic field: Paving the road towards a magnetically induced superconducting QCD vacuum?,” PoS FACESQCD (2010) 046, arXiv:1102.3103 [hep-ph]
- J. Casalderrey-Solana, H. Liu, D. Mateos, K. Rajagopal and U. A. Wiedemann, “Gauge/String Duality, Hot QCD and Heavy Ion Collisions,” book:Gauge/String Duality, Hot QCD and Heavy Ion Collisions. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2014, arXiv:1101.0618 [hep-th]
- A. Kundu, “External Fields and the Dynamics of Fundamental Flavours in Holographic Duals of Large N Gauge Theories,” arXiv:1012.5450 [hep-th], Ph.D. Thesis, Southern California U., (2010)
- F. Preis, A. Rebhan and A. Schmitt, “Inverse magnetic catalysis in dense holographic matter,” JHEP **1103**, 033 (2011), arXiv:1012.4785 [hep-th]
- M. Ammon, “Gauge/gravity duality applied to condensed matter systems,” Fortsch. Phys. **58**, 1123 (2010).
- N. Evans, T. Kalaydzhyan, K. y. Kim and I. Kirsch, “Non-equilibrium physics at a holographic chiral phase transition,” JHEP **1101**, 050 (2011), arXiv:1011.2519 [hep-th]
- J. Mas, J. P. Shock and J. Tarrio, “Sum rules, plasma frequencies and Hall phenomenology in holographic plasmas,” JHEP **1102**, 015 (2011), arXiv:1010.5613 [hep-th]
- N. Evans, J. French and K. y. Kim, “Holography of a Composite Inflaton,” JHEP **1011**, 145 (2010), arXiv:1009.5678 [hep-th]
- N. Evans, K. Jensen and K. Y. Kim, “Non Mean-Field Quantum Critical Points from Holography,” Phys. Rev. D **82**, 105012 (2010), arXiv:1008.1889 [hep-th]
- K. Y. Kim, B. Sahoo and H. U. Yee, “Holographic chiral magnetic spiral,” JHEP **1010**, 005 (2010), arXiv:1007.1985 [hep-th]
- S. S. Pal, “Quantum phase transition in a Dp-Dq system,” Phys. Rev. D **82**, 086013 (2010), arXiv:1006.2444 [hep-th]
- C. P. Herzog, S. A. Stricker and A. Vuorinen, “Hyperfine Splitting and the Zeeman Effect in Holographic Heavy-Light Mesons,” Phys. Rev. D **82**, 041701 (2010), arXiv:1005.3285 [hep-th]
- N. Evans, A. Gebauer, K. Y. Kim and M. Magou, “Phase diagram of the D3/D5 system in a magnetic field and a BKT transition,” Phys. Lett. B **698**, 91 (2011), arXiv:1003.2694 [hep-th]
- M. Ammon, J. Erdmenger, M. Kaminski and A. O’Bannon, “Fermionic Operator Mixing in Holographic p-wave Superfluids,” JHEP **1005**, 053 (2010), arXiv:1003.1134 [hep-th]
- K. Jensen, A. Karch and E. G. Thompson, “A Holographic Quantum Critical Point at Finite Magnetic Field and Finite Density,” JHEP **1005**, 015 (2010), arXiv:1002.2447 [hep-th]

- N. Evans, A. Gebauer, K. Y. Kim and M. Magou, “Holographic Description of the Phase Diagram of a Chiral Symmetry Breaking Gauge Theory,” *JHEP* **1003**, 132 (2010), arXiv:1002.1885 [hep-th]
- Y. Kim, Y. Matsuo, W. Sim, S. Takeuchi and T. Tsukioka, “Quark Number Susceptibility with Finite Chemical Potential in Holographic QCD,” *JHEP* **1005**, 038 (2010), arXiv:1001.5343 [hep-th]
- M. C. Wapler, “Thermodynamics of Holographic Defects,” *JHEP* **1001**, 056 (2010), arXiv:0911.2943 [hep-th]
- R. Alvares, N. Evans, A. Gebauer and G. J. Weatherill, “Holographic integral equations and walking technicolour,” *Phys. Rev. D* **81**, 025013 (2010), arXiv:0910.3073 [hep-ph]
- S. l. Cui, Y. h. Gao, Y. Seo, S. j. Sin and W. s. Xu, “Note on a non-critical holographic model with a magnetic field,” *Phys. Rev. D* **81**, 066001 (2010), arXiv:0910.2661 [hep-th]
- K. Ghoroku, M. Ishihara and T. Taminato, “Holographic Confining Gauge theory and Response to Electric Field,” *Phys. Rev. D* **81**, 026001 (2010), arXiv:0909.5522 [hep-th]
- M. C. Wapler, “Holographic Experiments on Defects,” *Int. J. Mod. Phys. A* **25**, 4397 (2010), arXiv:0909.1698 [hep-th]
- M. Ammon, T. H. Ngo and A. O’Bannon, “Holographic Flavor Transport in Arbitrary Constant Background Fields,” *JHEP* **0910**, 027 (2009), arXiv:0908.2625 [hep-th]
- A. Karch, A. O’Bannon and L. G. Yaffe, “Critical Exponents from AdS/CFT with Flavor,” *JHEP* **0909**, 042 (2009), arXiv:0906.4959 [hep-th]
- Y. Seo, S. j. Sin and W. s. Xu, “Holographic model with a NS-NS field,” *Phys. Rev. D* **80**, 106001 (2009), arXiv:0906.2964 [hep-th]
- J. Mas, J. P. Shock and J. Tarrio, “Holographic Spectral Functions in Metallic AdS/CFT,” *JHEP* **0909**, 032 (2009), arXiv:0904.3905 [hep-th]
- . O Colgain and H. Yavartanoo, “Positronium-like states from supergravity,” *Nucl. Phys. B* **822**, 219 (2009), arXiv:0904.2879 [hep-th]
- W. H. Huang, “Holographic Gauge Theory with Maxwell Magnetic Field,” *AIP Conf. Proc.* **1099**, 17 (2009), arXiv:0904.2328 [hep-th]
- A. Karch, A. O’Bannon and E. Thompson, “The Stress-Energy Tensor of Flavor Fields from AdS/CFT,” *JHEP* **0904**, 021 (2009), arXiv:0812.3629 [hep-th]
- A. Rebhan, A. Schmitt and S. A. Stricker, “Meson supercurrents and the Meissner effect in the Sakai-Sugimoto model,” *JHEP* **0905**, 084 (2009), arXiv:0811.3533 [hep-th]
- R. C. Myers and M. C. Wapler, “Transport Properties of Holographic Defects,” *JHEP* **0812**, 115 (2008), arXiv:0811.0480 [hep-th]
- A. O’Bannon, “Toward a Holographic Model of Superconducting Fermions,” *JHEP* **0901**, 074 (2009), arXiv:0811.0198 [hep-th]

- M. Ammon, J. Erdmenger, M. Kaminski and P. Kerner, “Superconductivity from gauge/gravity duality with flavor,” *Phys. Lett. B* **680**, 516 (2009), arXiv:0810.2316 [hep-th]
- J. L. Davis, P. Kraus and A. Shah, “Gravity Dual of a Quantum Hall Plateau Transition,” *JHEP* **0811**, 020 (2008), arXiv:0809.1876 [hep-th]
- M. Kulaxizi and A. Parnachev, “Comments on Fermi Liquid from Holography,” *Phys. Rev. D* **78**, 086004 (2008), arXiv:0808.3953 [hep-th]
- A. V. Zayakin, “QCD Vacuum Properties in a Magnetic Field from AdS/CFT: Chiral Condensate and Goldstone Mass,” *JHEP* **0807**, 116 (2008), arXiv:0807.2917 [hep-th]
- D. Rodriguez-Gomez and J. Ward, “Electromagnetic form factors from the fifth dimension,” *JHEP* **0809**, 103 (2008), arXiv:0803.3475 [hep-th]
- W. H. Huang, “Chiral Dynamics and Meson with Non-commutative Dipole Field in Gauge/Gravity Dual,” *Phys. Lett. B* **665**, 271 (2008), arXiv:0801.2885 [hep-th]
- K. D. Jensen, A. Karch and J. Price, “Strongly bound mesons at finite temperature and in magnetic fields from AdS/CFT,” *JHEP* **0804**, 058 (2008), arXiv:0801.2401 [hep-th]
- J. Erdmenger, N. Evans, I. Kirsch and E. Threlfall, “Mesons in Gauge/Gravity Duals - A Review,” *Eur. Phys. J. A* **35**, 81 (2008), arXiv:0711.4467 [hep-th]
- D. Rodriguez-Gomez, “Holographic flavor in theories with eight supercharges,” *Int. J. Mod. Phys. A* **22** (2007) 4717, arXiv:0710.4471 [hep-th]
- S. Penati, M. Pirrone and C. Ratti, “Mesons in marginally deformed AdS/CFT,” *JHEP* **0804**, 037 (2008), arXiv:0710.4292 [hep-th]
- J. Erdmenger, R. Meyer and J. P. Shock, “AdS/CFT with flavour in electric and magnetic Kalb-Ramond fields,” *JHEP* **0712**, 091 (2007), arXiv:0709.1551 [hep-th]
- S. Nakamura, Y. Seo, S. J. Sin and K. P. Yogendran, “Baryon-charge Chemical Potential in AdS/CFT,” *Prog. Theor. Phys.* **120**, 51 (2008), arXiv:0708.2818 [hep-th]
- W. Y. Wen, “Multi-quark potential from AdS/QCD,” *Int. J. Mod. Phys. A* **23**, 4533 (2008), arXiv:0708.2123 [hep-th]
- A. O’Bannon, “Hall Conductivity of Flavor Fields from AdS/CFT,” *Phys. Rev. D* **76**, 086007 (2007), arXiv:0708.1994 [hep-th]
- R. C. Myers, A. O. Starinets and R. M. Thomson, “Holographic spectral functions and diffusion constants for fundamental matter,” *JHEP* **0711**, 091 (2007), arXiv:0706.0162 [hep-th]

Публикация 4:

- D. Kaviani, “D7-brane dynamics and thermalization in the Kuperstein–Sonnenschein model,” *Nucl. Phys. B* **919**, 142 (2017), arXiv:1608.02380 [hep-th]
- S. F. Taghavi and A. Vahedi, “Equilibrium Instability of Chiral Mesons in External Electromagnetic Field via AdS/CFT,” *JHEP* **1606**, 053 (2016), arXiv:1603.09264 [hep-th]

- M. M. Ammon, “Gauge/Gravity Duality applied to Condensed Matter Systems,” Ph.D. Thesis, Munich U., (2010), <https://edoc.ub.uni-muenchen.de/11773/>
- M. Ali-Akbari, F. Charmchi, A. Davody, H. Ebrahim and L. Shakhkarami, “Time-dependent meson melting in an external magnetic field,” *Phys. Rev. D* **91**, 106008 (2015), arXiv:1503.04439 [hep-th]
- V. A. Miransky and I. A. Shovkovy, “Quantum field theory in a magnetic field: From quantum chromodynamics to graphene and Dirac semimetals,” *Phys. Rept.* **576**, 1 (2015), arXiv:1503.00732 [hep-ph]
- M. Pirrone, “On marginally deformed AdS/CFT,” Ph.D. Thesis, Milan Bicocca U., 2008, <http://inspirehep.net/record/1328905>
- R. Meyer, “Holography in External Fields and in Time Dependent Backgrounds,” Ph.D. Thesis (2009), Munich U., <http://edoc.ub.uni-muenchen.de/10466/>
- M. Ali-Akbari and H. Ebrahim, “Chiral symmetry breaking: To probe anisotropy and magnetic field in quark-gluon plasma,” *Phys. Rev. D* **89**, no. 6, 065029 (2014), arXiv:1309.4715 [hep-th]
- C. Hoyos, T. Nishioka and A. O’Bannon, “A chiral magnetic effect from AdS/CFT with flavor,” *Lect. Notes Phys.* **871**, 341 (2013).
- T. Kalaydzhyan, “Quark-gluon plasma in strong magnetic fields,” DESY-THESIS-2013-010.
- M. Ali-Akbari and H. Ebrahim, “Thermalization in External Magnetic Field,” *JHEP* **1303**, 045 (2013), arXiv:1211.1637 [hep-th]
- C. Hoyos, T. Nishioka and A. O’Bannon, “A Chiral Magnetic Effect from AdS/CFT with Flavor,” *JHEP* **1110**, 084 (2011), arXiv:1106.4030 [hep-th]
- K. Y. Kim, J. P. Shock and J. Tarrío, “The open string membrane paradigm with external electromagnetic fields,” *JHEP* **1106**, 017 (2011), arXiv:1103.4581 [hep-th]
- G. Guralnik, Z. Guralnik and C. Pehlevan, “Dynamics of the chiral phase transition from AdS/CFT duality,” *JHEP* **1112**, 111 (2011), arXiv:1101.3095 [hep-th]
- M. Ammon, “Gauge/gravity duality applied to condensed matter systems,” *Fortsch. Phys.* **58**, 1123 (2010).
- N. Evans, T. Kalaydzhyan, K. y. Kim and I. Kirsch, “Non-equilibrium physics at a holographic chiral phase transition,” *JHEP* **1101**, 050 (2011), arXiv:1011.2519 [hep-th]
- N. Evans, J. French and K. y. Kim, “Holography of a Composite Inflaton,” *JHEP* **1011**, 145 (2010), arXiv:1009.5678 [hep-th]
- N. Evans, K. Jensen and K. Y. Kim, “Non Mean-Field Quantum Critical Points from Holography,” *Phys. Rev. D* **82**, 105012 (2010), arXiv:1008.1889 [hep-th]
- N. Evans, A. Gebauer, K. Y. Kim and M. Magou, “Phase diagram of the D3/D5 system in a magnetic field and a BKT transition,” *Phys. Lett. B* **698**, 91 (2011), arXiv:1003.2694 [hep-th]

- Y. Kim, Y. Matsuo, W. Sim, S. Takeuchi and T. Tsukioka, “Quark Number Susceptibility with Finite Chemical Potential in Holographic QCD,” JHEP **1005**, 038 (2010), arXiv:1001.5343 [hep-th]
- K. Ghoroku, M. Ishihara and T. Taminato, “Holographic Confining Gauge theory and Response to Electric Field,” Phys. Rev. D **81**, 026001 (2010), arXiv:0909.5522 [hep-th]
- M. Ammon, T. H. Ngo and A. O’Bannon, “Holographic Flavor Transport in Arbitrary Constant Background Fields,” JHEP **0910**, 027 (2009), arXiv:0908.2625 [hep-th]
- A. Karch, A. O’Bannon and L. G. Yaffe, “Critical Exponents from AdS/CFT with Flavor,” JHEP **0909**, 042 (2009), arXiv:0906.4959 [hep-th]
- C. V. Johnson and A. Kundu, “Meson Spectra and Magnetic Fields in the Sakai-Sugimoto Model,” JHEP **0907**, 103 (2009), arXiv:0904.4320 [hep-th]
- J. Mas, J. P. Shock and J. Tarrio, “Holographic Spectral Functions in Metallic AdS/CFT,” JHEP **0909**, 032 (2009), arXiv:0904.3905 [hep-th]
- W. H. Huang, “Holographic Gauge Theory with Maxwell Magnetic Field,” AIP Conf. Proc. **1099**, 17 (2009), arXiv:0904.2328 [hep-th]
- A. Karch, A. O’Bannon and E. Thompson, “The Stress-Energy Tensor of Flavor Fields from AdS/CFT,” JHEP **0904**, 021 (2009), arXiv:0812.3629 [hep-th]
- A. O’Bannon, “Toward a Holographic Model of Superconducting Fermions,” JHEP **0901**, 074 (2009), arXiv:0811.0198 [hep-th]
- A. O’Bannon, “Holographic Thermodynamics and Transport of Flavor Fields,” Ph.D. Thesis, Washington U., Seattle, 2008, <http://inspirehep.net/record/792735>, arXiv:0808.1115
- C. V. Johnson and A. Kundu, “External Fields and Chiral Symmetry Breaking in the Sakai-Sugimoto Model,” JHEP **0812**, 053 (2008), arXiv:0803.0038 [hep-th]
- O. Bergman, G. Lifschytz and M. Lippert, “Response of Holographic QCD to Electric and Magnetic Fields,” JHEP **0805**, 007 (2008), arXiv:0802.3720 [hep-th]

Публикация 5:

- Z. Rezaei, “Meson Thermalization by Baryon Injection in D4/D6 Model,” Nucl. Phys. B **913**, 479 (2016), arXiv:1611.07498 [hep-th]
- R. A. J. Critelli, “Strongly coupled non-Abelian plasmas in a magnetic field,” Ph.D. Thesis, Sao Paulo U. 2016, <http://inspirehep.net/record/1486249>
- D. ?vila, D. Fern?ndez, L. Pati?o and D. Trancanelli, “Thermodynamics of anisotropic branes,” JHEP **1611**, 132 (2016), arXiv:1609.02167 [hep-th]
- D. Kaviani, “D7-brane dynamics and thermalization in the Kuperstein–Sonnenschein model,” Nucl. Phys. B **919**, 142 (2017), arXiv:1608.02380 [hep-th]
- S. F. Taghavi and A. Vahedi, “Equilibrium Instability of Chiral Mesons in External Electromagnetic Field via AdS/CFT,” JHEP **1606**, 053 (2016), arXiv:1603.09264 [hep-th]

- N. Evans and K. Y. Kim, “Holographic Nambu–Jona-Lasinio interactions,” *Phys. Rev. D* **93**, no. 6, 066002 (2016), arXiv:1601.02824 [hep-th]
- D. Dudal, D. R. Granado and T. G. Mertens, “No inverse magnetic catalysis in the QCD hard and soft wall models,” *Phys. Rev. D* **93**, no. 12, 125004 (2016), arXiv:1511.04042 [hep-th]
- M. Ammon and J. Erdmenger, “Gauge/gravity duality : Foundations and applications,” Cambridge Univ. Pr., 2015, ISBN: 9781107010345
- K. A. Mamo, “Inverse magnetic catalysis in holographic models of QCD,” *JHEP* **1505**, 121 (2015), arXiv:1501.03262 [hep-th]
- M. Ali-Akbari, Z. Rezaei and A. Vahedi, “Thermal fluctuations and meson melting: a holographic approach,” *J. Phys. G* **42**, no. 7, 075001 (2015), arXiv:1406.2900 [hep-th]
- K. Hashimoto, T. Oka and A. Sonoda, “Magnetic instability in AdS/CFT: Schwinger effect and Euler-Heisenberg Lagrangian of supersymmetric QCD,” *JHEP* **1406**, 085 (2014), arXiv:1403.6336 [hep-th]
- M. S. Alam, “Phase transitions in holographic QCD and instanton crystals,” Ph.D. Thesis (2014), Texas U., <https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/27159>
- A. Ballon-Bayona, “Holographic deconfinement transition in the presence of a magnetic field,” *JHEP* **1311**, 168 (2013), arXiv:1307.6498 [hep-th]
- C. Suphakorn, “Finite-size Effects in Holography,” Ph.D. Thesis, Durham U., 2013, <http://etheses.dur.ac.uk/9494/>
- M. Ali-Akbari, H. Ebrahim and Z. Rezaei, “Probe Branes Thermalization in External Electric and Magnetic Fields,” *Nucl. Phys. B* **878**, 150 (2014), arXiv:1307.5629 [hep-th]
- S. Y. Wu and D. L. Yang, “Holographic Photon Production with Magnetic Field in Anisotropic Plasmas,” *JHEP* **1308**, 032 (2013), arXiv:1305.5509 [hep-th]
- M. D’Elia, “Lattice QCD in background fields,” *J. Phys. Conf. Ser.* **432**, 012004 (2013).
- C. Hoyos, T. Nishioka and A. O’Bannon, “A chiral magnetic effect from AdS/CFT with flavor,” *Lect. Notes Phys.* **871**, 341 (2013).
- T. Kalaydzhyan, “Quark-gluon plasma in strong magnetic fields,” Ph.D. Thesis, DESY, DESY-THESIS-2013-010.
- Y. Bu, “Electromagnetic signature in holographic plasma with B field,” *Phys. Rev. D* **87**, no. 2, 026005 (2013).
- S. Chakraborty and N. Haque, “Holographic quark-antiquark potential in hot, anisotropic Yang-Mills plasma,” *Nucl. Phys. B* **874**, 821 (2013)
- N. Jokela, J. Mas, A. V. Ramallo and D. Zoakos, “Thermodynamics of the brane in Chern-Simons matter theories with flavor,” *JHEP* **1302**, 144 (2013)
- M. D’Elia, “Lattice QCD Simulations in External Background Fields,” *Lect. Notes Phys.* **871** (2013) 181

- A. Magana, J. Mas, L. Mazzanti and J. Tarrío, “Probes on D3-D7 Quark-Gluon Plasmas,” JHEP **1207**, 058 (2012)
- J. Erdmenger, P. Kerner and M. Strydom, “Holographic superconductors at finite isospin density or in an external magnetic field,” PoS FACESQCD , 004 (2010).
- D. E. Kharzeev and H. U. Yee, “Chiral helix in AdS/CFT with flavor,” Phys. Rev. D **84**, 125011 (2011)
- A. V. Zayakin, “Properties of the Vacuum in Models for QCD: Holography vs. Resummed Field Theory. A Comparative Study,” Ph.D. Thesis, Munich U., 2011, <https://edoc.ub.uni-muenchen.de/13074/>
- N. Evans, K. Y. Kim, J. P. Shock and J. P. Shock, “Chiral phase transitions and quantum critical points of the D3/D7(D5) system with mutually perpendicular E and B fields at finite temperature and density,” JHEP **1109**, 021 (2011)
- C. Hoyos, T. Nishioka and A. O’Bannon, “A Chiral Magnetic Effect from AdS/CFT with Flavor,” JHEP **1110**, 084 (2011)
- D. Mateos and D. Trancanelli, “Thermodynamics and Instabilities of a Strongly Coupled Anisotropic Plasma,” JHEP **1107**, 054 (2011)
- D. Mateos and D. Trancanelli, “The anisotropic N=4 super Yang-Mills plasma and its instabilities,” Phys. Rev. Lett. **107**, 101601 (2011)
- N. Evans, A. Gebauer and K. Y. Kim, “E, B, μ , T Phase Structure of the D3/D7 Holographic Dual,” JHEP **1105**, 067 (2011)
- K. Y. Kim, J. P. Shock and J. Tarrío, “The open string membrane paradigm with external electromagnetic fields,” JHEP **1106**, 017 (2011)
- A. Davody, “Noncritical Holographic QCD in External Electric Field,” Nucl. Phys. B **853**, 277 (2011)
- G. Guralnik, Z. Guralnik and C. Pehlevan, “Dynamics of the chiral phase transition from AdS/CFT duality,” JHEP **1112**, 111 (2011)
- M. Ammon, “Gauge/gravity duality applied to condensed matter systems,” Fortsch. Phys. **58**, 1123 (2010).
- N. Evans, T. Kalaydzhyan, K. y. Kim and I. Kirsch, “Non-equilibrium physics at a holographic chiral phase transition,” JHEP **1101**, 050 (2011)
- N. Evans, J. French and K. y. Kim, “Holography of a Composite Inflaton,” JHEP **1011**, 145 (2010)
- N. Evans, K. Jensen and K. Y. Kim, “Non Mean-Field Quantum Critical Points from Holography,” Phys. Rev. D **82**, 105012 (2010)
- N. Evans, A. Gebauer, K. Y. Kim and M. Magou, “Phase diagram of the D3/D5 system in a magnetic field and a BKT transition,” Phys. Lett. B **698**, 91 (2011)
- M. Ammon, J. Erdmenger, M. Kaminski and A. O’Bannon, “Fermionic Operator Mixing in Holographic p-wave Superfluids,” JHEP **1005**, 053 (2010)

- F. Rust, “In-medium effects in the holographic quark-gluon plasma,” *Adv. High Energy Phys.* **2010**, 564 (2010)
- N. Evans, A. Gebauer, K. Y. Kim and M. Magou, “Holographic Description of the Phase Diagram of a Chiral Symmetry Breaking Gauge Theory,” *JHEP* **1003**, 132 (2010)
- M. C. Wapler, “Thermodynamics of Holographic Defects,” *JHEP* **1001**, 056 (2010)
- S. l. Cui, Y. h. Gao, Y. Seo, S. j. Sin and W. s. Xu, “Note on a non-critical holographic model with a magnetic field,” *Phys. Rev. D* **81**, 066001 (2010)
- K. Ghoroku, M. Ishihara and T. Taminato, “Holographic Confining Gauge theory and Response to Electric Field,” *Phys. Rev. D* **81**, 026001 (2010)
- M. C. Wapler, “Holographic Experiments on Defects,” *Int. J. Mod. Phys. A* **25**, 4397 (2010)
- M. Ammon, T. H. Ngo and A. O’Bannon, “Holographic Flavor Transport in Arbitrary Constant Background Fields,” *JHEP* **0910**, 027 (2009)
- A. Karch, A. O’Bannon and L. G. Yaffe, “Critical Exponents from AdS/CFT with Flavor,” *JHEP* **0909**, 042 (2009)
- Y. Seo, S. j. Sin and W. s. Xu, “Holographic model with a NS-NS field,” *Phys. Rev. D* **80**, 106001 (2009)
- J. Mas, J. P. Shock and J. Tarrio, “Holographic Spectral Functions in Metallic AdS/CFT,” *JHEP* **0909**, 032 (2009)
- W. H. Huang, “Holographic Gauge Theory with Maxwell Magnetic Field,” *AIP Conf. Proc.* **1099**, 17 (2009)
- M. Torabian and H. U. Yee, “Holographic nonlinear hydrodynamics from AdS/CFT with multiple/non-Abelian symmetries,” *JHEP* **0908**, 020 (2009)
- H. U. Yee, “Fate of $Z(N)$ domain wall in hot holographic QCD,” *JHEP* **0904**, 029 (2009)
- A. Karch, A. O’Bannon and E. Thompson, “The Stress-Energy Tensor of Flavor Fields from AdS/CFT,” *JHEP* **0904**, 021 (2009)
- A. Rebhan, A. Schmitt and S. A. Stricker, “Meson supercurrents and the Meissner effect in the Sakai-Sugimoto model,” *JHEP* **0905**, 084 (2009)
- A. O’Bannon, “Toward a Holographic Model of Superconducting Fermions,” *JHEP* **0901**, 074 (2009)
- H. H. Shieh and G. van Anders, “Comments on Holographic Fermi Surfaces,” *JHEP* **0903**, 019 (2009)
- J. L. Davis, P. Kraus and A. Shah, “Gravity Dual of a Quantum Hall Plateau Transition,” *JHEP* **0811**, 020 (2008)
- A. O’Bannon, “Holographic Thermodynamics and Transport of Flavor Fields,” Ph.D. Thesis, Washington U., Seattle, 2008,

- A. V. Zayakin, “QCD Vacuum Properties in a Magnetic Field from AdS/CFT: Chiral Condensate and Goldstone Mass,” *JHEP* **0807**, 116 (2008)
- H. Ng? Thanh, “Gauge/gravity duality: From quantum phase transitions towards out-of-equilibrium physics, Ph.D. Thesis, Munich U., (2011), <https://edoc.ub.uni-muenchen.de/13314/>
- M. M. Ammon, “Gauge/Gravity Duality applied to Condensed Matter Systems,” Ph.D. Thesis, Munich U.,(2010), <https://edoc.ub.uni-muenchen.de/11773/>
- C. Ratti, “Topics in sym theories : Ads/CFT & Mesonic Spectra. Superspace & Scattering Amplitudes,” Ph.D. Thesis, Milan Bicocca U. 2010-06-11, <https://boa.unimib.it/handle/11565/11565>
- R. Meyer, “Holography in External Fields and in Time Dependent Backgrounds,” Ph.D. Thesis (2009), Munich U., <http://edoc.ub.uni-muenchen.de/10466/>
- M. Pirrone, “On marginally deformed AdS/CFT,” Ph.D. Thesis, Milan Bicocca U., 2008, <http://inspirehep.net/record/1328905>

Публикация 6:

- K. Hashimoto, S. Kinoshita, K. Murata and T. Oka, *JHEP* **1705**, 127 (2017)
- B. Withers, “Nonlinear conductivity and the ringdown of currents in metallic holography,” *JHEP* **1610**, 008 (2016)
- K. Ghoroku and M. Ishihara, “Holographic Schwinger Effect and Chiral condensate in SYM Theory,” *JHEP* **1609**, 011 (2016)
- S. F. Taghavi and A. Vahedi, “Equilibrium Instability of Chiral Mesons in External Electromagnetic Field via AdS/CFT,” *JHEP* **1606**, 053 (2016)
- K. Hashimoto, S. Kinoshita and K. Murata, “Conic D-branes,” *PTEP* **2015**, no. 8, 083B04 (2015)
- R. C. Rashkov and T. Vetsov, “Scalar D-brane Fluctuations and Holographic Mesons in Pilch-Warner Background,” *Bulg. J. Phys.* **42**, no. 3, 288 (2015).
- K. Hashimoto, M. Nishida and A. Sonoda, “Universal Turbulence on Branes in Holography,” *JHEP* **1508**, 135 (2015)
- D. Kawai, Y. Sato and K. Yoshida, “A holographic description of the Schwinger effect in a confining gauge theory,” *Int. J. Mod. Phys. A* **30**, no. 11, 1530026 (2015)
- K. Hashimoto, S. Kinoshita, K. Murata and T. Oka, “Meson turbulence at quark deconfinement from AdS/CFT,” *Nucl. Phys. B* **896**, 738 (2015)
- K. Hashimoto, S. Kinoshita, K. Murata and T. Oka, “Turbulent meson condensation in quark deconfinement,” *Phys. Lett. B* **746**, 311 (2015)
- D. L. Yang, “Applications of Gauge/Gravity Duality in Heavy Ion Collisions,” Ph. D. Thesis, Duke University (2014), <http://hdl.handle.net/10161/8684>
- K. Hashimoto, S. Kinoshita, K. Murata and T. Oka, “Electric Field Quench in AdS/CFT,” *JHEP* **1409**, 126 (2014)

- M. S. Alam, “Phase transitions in holographic QCD and instanton crystals,” Ph.D. Thesis (2014), Texas U., <https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/27159>
- K. Hashimoto, T. Oka and A. Sonoda, “Magnetic instability in AdS/CFT: Schwinger effect and Euler-Heisenberg Lagrangian of supersymmetric QCD,” JHEP **1406**, 085 (2014)
- K. Hashimoto and T. Oka, “Vacuum Instability in Electric Fields via AdS/CFT: Euler-Heisenberg Lagrangian and Planckian Thermalization,” JHEP **1310**, 116 (2013)
- M. Ali-Akbari, H. Ebrahim and Z. Rezaei, “Probe Branes Thermalization in External Electric and Magnetic Fields,” Nucl. Phys. B **878**, 150 (2014)
- S. Y. Wu and D. L. Yang, “Holographic Photon Production with Magnetic Field in Anisotropic Plasmas,” JHEP **1308**, 032 (2013)
- C. Hoyos, T. Nishioka and A. O’Bannon, “A chiral magnetic effect from AdS/CFT with flavor,” Lect. Notes Phys. **871**, 341 (2013).
- S. Chakraborty and N. Haque, “Holographic quark-antiquark potential in hot, anisotropic Yang-Mills plasma,” Nucl. Phys. B **874**, 821 (2013)
- S. Nakamura, “Nonequilibrium phase transitions in gauge-theory plasma,” Prog. Theor. Phys. Suppl. **195**, 120 (2012).
- S. Nakamura, “Nonequilibrium Phase Transitions and Nonequilibrium Critical Point from AdS/CFT,” Phys. Rev. Lett. **109**, 120602 (2012)
- S. Nakamura, “Non-linear quark-charge transport in quark-hadron plasma from AdS/CFT,” AIP Conf. Proc. **1388**, 175 (2011).
- N. Evans, K. Y. Kim and M. Magou, “Holographic Wilsonian Renormalization and Chiral Phase Transitions,” Phys. Rev. D **84**, 126016 (2011)
- N. Evans, K. Y. Kim, J. P. Shock and J. P. Shock, “Chiral phase transitions and quantum critical points of the D3/D7(D5) system with mutually perpendicular E and B fields at finite temperature and density,” JHEP **1109**, 021 (2011)
- A. V. Zayakin, “Properties of the Vacuum in Models for QCD: Holography vs. Resummed Field Theory. A Comparative Study,” Ph.D. Thesis, Munich U., 2011, <https://edoc.ub.uni-muenchen.de/13074/>
- C. Hoyos, T. Nishioka and A. O’Bannon, “A Chiral Magnetic Effect from AdS/CFT with Flavor,” JHEP **1110**, 084 (2011)
- S. Janiszewski and A. Karch, “Moving Defects in AdS/CFT,” JHEP **1111**, 044 (2011)
- D. Mateos and D. Trancanelli, “Thermodynamics and Instabilities of a Strongly Coupled Anisotropic Plasma,” JHEP **1107**, 054 (2011)
- D. Mateos and D. Trancanelli, “The anisotropic N=4 super Yang-Mills plasma and its instabilities,” Phys. Rev. Lett. **107** (2011) 101601
- N. Evans, A. Gebauer and K. Y. Kim, “E, B, μ , T Phase Structure of the D3/D7 Holographic Dual,” JHEP **1105**, 067 (2011)

- K. Y. Kim, J. P. Shock and J. Tarrio, “The open string membrane paradigm with external electromagnetic fields,” *JHEP* **1106**, 017 (2011)
- A. Davody, “Noncritical Holographic QCD in External Electric Field,” *Nucl. Phys. B* **853**, 277 (2011)
- S. Nakamura, “Negative Differential Resistivity from Holography,” *Prog. Theor. Phys.* **124** (2010) 1105
- M. Ammon, C. Hoyos, A. O’Bannon and J. M. S. Wu, “Holographic Flavor Transport in Schrodinger Spacetime,” *JHEP* **1006**, 012 (2010)
- C. Ratti, “Topics in sym theories : Ads/CFT & Mesonic Spectra. Superspace & Scattering Amplitudes.,” Ph.D. Thesis, Milan Bicocca U. 2010-06-11, <https://boa.unimib.it/handle/11565/11565>
- M. Ammon, “Gauge/gravity duality applied to condensed matter systems,” *Fortsch. Phys.* **58**, 1123 (2010).
- M. M. Ammon, “Gauge/Gravity Duality applied to Condensed Matter Systems,” Ph.D. Thesis, Munich U., (2010), <https://edoc.ub.uni-muenchen.de/11773/>
- E. Caceres, M. Chernicoff, A. Guijosa and J. F. Pedraza, “Quantum Fluctuations and the Unruh Effect in Strongly-Coupled Conformal Field Theories,” *JHEP* **1006**, 078 (2010)
- N. Evans, A. Gebauer, K. Y. Kim and M. Magou, “Phase diagram of the D3/D5 system in a magnetic field and a BKT transition,” *Phys. Lett. B* **698**, 91 (2011)
- F. Rust, “In-medium effects in the holographic quark-gluon plasma,” *Adv. High Energy Phys.* **2010**, 564 (2010)
- S. l. Cui, Y. h. Gao, Y. Seo, S. j. Sin and W. s. Xu, “Note on a non-critical holographic model with a magnetic field,” *Phys. Rev. D* **81**, 066001 (2010)
- K. Ghoroku, M. Ishihara and T. Taminato, “Holographic Confining Gauge theory and Response to Electric Field,” *Phys. Rev. D* **81**, 026001 (2010)
- M. Ammon, T. H. Ngo and A. O’Bannon, “Holographic Flavor Transport in Arbitrary Constant Background Fields,” *JHEP* **0910**, 027 (2009)
- A. Karch, A. O’Bannon and L. G. Yaffe, “Critical Exponents from AdS/CFT with Flavor,” *JHEP* **0909**, 042 (2009)
- Y. Seo, S. j. Sin and W. s. Xu, “Holographic model with a NS-NS field,” *Phys. Rev. D* **80**, 106001 (2009)
- J. Mas, J. P. Shock and J. Tarrio, “Holographic Spectral Functions in Metallic AdS/CFT,” *JHEP* **0909**, 032 (2009)
- W. H. Huang, “Holographic Gauge Theory with Maxwell Magnetic Field,” *AIP Conf. Proc.* **1099**, 17 (2009)
- A. Karch, A. O’Bannon and E. Thompson, “The Stress-Energy Tensor of Flavor Fields from AdS/CFT,” *JHEP* **0904**, 021 (2009)
- N. Evans and E. Threlfall, “Chemical Potential in the Gravity Dual of a 2+1 Dimensional System,” *Phys. Rev. D* **79**, 066008 (2009)

- A. O’Bannon, “Toward a Holographic Model of Superconducting Fermions,” JHEP **0901**, 074 (2009)
- H. H. Shieh and G. van Anders, “Comments on Holographic Fermi Surfaces,” JHEP **0903**, 019 (2009)
- J. L. Davis, P. Kraus and A. Shah, “Gravity Dual of a Quantum Hall Plateau Transition,” JHEP **0811**, 020 (2008)
- R. Meyer, “Holography in External Fields and in Time Dependent Backgrounds,” Ph.D. Thesis (2009), Munich U., <http://edoc.ub.uni-muenchen.de/10466/>
- M. Pirrone, “On marginally deformed AdS/CFT,” Ph.D. Thesis, Milan Bicocca U., 2008, <http://inspirehep.net/record/1328905>

Публикация 7:

- S. F. Taghavi and A. Vahedi, “Equilibrium Instability of Chiral Mesons in External Electromagnetic Field via AdS/CFT,” JHEP **1606**, 053 (2016)
- J. Erdmenger and V. Filev, “Mesons from global Anti-de Sitter space,” JHEP **1101**, 119 (2011)
- N. Evans, A. Gebauer, K. Y. Kim and M. Magou, “Phase diagram of the D3/D5 system in a magnetic field and a BKT transition,” Phys. Lett. B **698**, 91 (2011)
- S. l. Cui, Y. h. Gao, Y. Seo, S. j. Sin and W. s. Xu, “Note on a non-critical holographic model with a magnetic field,” Phys. Rev. D **81**, 066001 (2010)
- M. Ammon, T. H. Ngo and A. O’Bannon, “Holographic Flavor Transport in Arbitrary Constant Background Fields,” JHEP **0910**, 027 (2009)
- A. Karch, A. O’Bannon and L. G. Yaffe, “Critical Exponents from AdS/CFT with Flavor,” JHEP **0909**, 042 (2009)
- N. Evans and E. Threlfall, “Chemical Potential in the Gravity Dual of a 2+1 Dimensional System,” Phys. Rev. D **79**, 066008 (2009)
- A. O’Bannon, “Toward a Holographic Model of Superconducting Fermions,” JHEP **0901**, 074 (2009)
- V. P. Frolov and D. Gorbonos, “A Toy Model for Topology Change Transitions: Role of Curvature Corrections,” Phys. Rev. D **79**, 024006 (2009)
- M. Ammon, “Gauge/gravity duality applied to condensed matter systems,” Fortsch. Phys. **58**, 1123 (2010).
- M. M. Ammon, “Gauge/Gravity Duality applied to Condensed Matter Systems,” Ph.D. Thesis, Munich U., (2010), <https://edoc.ub.uni-muenchen.de/11773/>
- R. Meyer, “Holography in External Fields and in Time Dependent Backgrounds,” Ph.D. Thesis (2009), Munich U., <http://edoc.ub.uni-muenchen.de/10466/>

Литература

- [1] Ofer Aharony, Steven S. Gubser, Juan Martin Maldacena, Hirosi Ooguri, and Yaron Oz. Large N field theories, string theory and gravity. *Phys. Rept.*, 323:183–386, 2000.
- [2] Ofer Aharony, Jacob Sonnenschein, and Shimon Yankielowicz. A holographic model of deconfinement and chiral symmetry restoration. *Annals Phys.*, 322:1420–1443, 2007.
- [3] Tameem Albash, Veselin G. Filev, Clifford V. Johnson, and Arnab Kundu. Global Currents, Phase Transitions, and Chiral Symmetry Breaking in Large N_c Gauge Theory. arXiv:hep-th/0605175.
- [4] Tameem Albash, Veselin G. Filev, Clifford V. Johnson, and Arnab Kundu. Finite Temperature Large N Gauge Theory with Quarks in an External Magnetic Field. *JHEP* **0807**, 080 (2008) [arXiv:0709.1547 [hep-th]].
- [5] Tameem Albash, Veselin G. Filev, Clifford V. Johnson, and Arnab Kundu. Quarks in an External Electric Field in Finite Temperature Large N Gauge Theory. *JHEP* **0808**, 092 (2008) [arXiv:0709.1554 [hep-th]].
- [6] Tameem Albash, Veselin G. Filev, Clifford V. Johnson, and Arnab Kundu. A topology-changing phase transition and the dynamics of flavour. *Phys. Rev.*, D77:066004, 2008.
- [7] E. Antonyan, J. A. Harvey, S. Jensen, and D. Kutasov. NJL and QCD from string theory. 2006.
- [8] Riccardo Apeeda, Johanna Erdmenger, Nick Evans, and Zachary Guralnik. Strong coupling effective Higgs potential and a first order thermal phase transition from AdS/CFT duality. *Phys. Rev.*, D71:126002, 2005.
- [9] Riccardo Apeeda, Johanna Erdmenger, Dieter Lust, and Christoph Sieg. Adding flavour to the Polchinski-Strassler background. *JHEP*, 01:079, 2007.
- [10] Daniel Arean, Angel Paredes, and Alfonso V. Ramallo. Adding flavor to the gravity dual of non-commutative gauge theories. *JHEP*, 08:017, 2005.
- [11] Daniel Arean and Alfonso V. Ramallo. Open string modes at brane intersections. *JHEP*, 04:037, 2006.
- [12] J. Babington, J. Erdmenger, Nick J. Evans, Z. Guralnik, and I. Kirsch. Chiral symmetry breaking and pions in non-supersymmetric gauge / gravity duals. *Phys. Rev.*, D69:066007, 2004.
- [13] Vijay Balasubramanian and Per Kraus. A stress tensor for anti-de Sitter gravity. *Commun. Math. Phys.*, 208:413–428, 1999.
- [14] Niklas Beisert. The dilatation operator of $N = 4$ super Yang–Mills theory and integrability. *Phys. Rept.*, 405:1–202, 2005.
- [15] David Eliecer Berenstein, Juan Martin Maldacena, and Horatiu Stefan Nastase. Strings in flat space and pp waves from $N = 4$ super Yang Mills. *JHEP*, 04:013, 2002.
- [16] F. Bigazzi and A. L. Cotrone. New predictions on meson decays from string splitting. *JHEP*, 11:066, 2006.

- [17] Iver Brevik, Kazuo Ghoroku, and Akihiro Nakamura. Meson mass and confinement force driven by dilaton. *Int. J. Mod. Phys.*, D15:57–68, 2006.
- [18] Andrew Chamblin, Roberto Emparan, Clifford V. Johnson, and Robert C. Myers. Charged AdS black holes and catastrophic holography. *Phys. Rev.*, D60:064018, 1999.
- [19] Andrew Chamblin, Roberto Emparan, Clifford V. Johnson, and Robert C. Myers. Holography, thermodynamics and fluctuations of charged AdS black holes. *Phys. Rev.*, D60:104026, 1999.
- [20] A. L. Cotrone, L. Martucci, and W. Troost. String splitting and strong coupling meson decay. *Phys. Rev. Lett.*, 96:141601, 2006.
- [21] M. Cvetič et al. Embedding AdS black holes in ten and eleven dimensions. *Nucl. Phys.*, B558:96–126, 1999.
- [22] Mirjam Cvetič and Steven S. Gubser. Thermodynamic stability and phases of general spinning branes. *JHEP*, 07:010, 1999.
- [23] Johanna Erdmenger, Nick Evans, and Johannes Grosse. Heavy-light mesons from the AdS/CFT correspondence. *JHEP*, 01:098, 2007.
- [24] Johanna Erdmenger and Ingo Kirsch. Mesons in gauge / gravity dual with large number of fundamental fields. *JHEP*, 12:025, 2004.
- [25] Johanna Erdmenger, Rene Meyer, and Jonathan P. Shock. AdS/CFT with Flavour in Electric and Magnetic Kalb-Ramond Fields. *JHEP*, 12:091, 2007.
- [26] Johanna Erdmenger, Nick Evans, Ingo Kirsch, and Ed Threlfall. Mesons in Gauge/Gravity Duals - A Review. *Eur. Phys. J.*, A35:81–133, 2008.
- [27] Nick J. Evans and Jonathan P. Shock. Chiral dynamics from AdS space. *Phys. Rev.*, D70:046002, 2004.
- [28] Veselin G. Filev. Criticality, Scaling and Chiral Symmetry Breaking in External Magnetic Field. *JHEP* **0804**, 088 (2008) [arXiv:0706.3811 [hep-th]].
- [29] Veselin G. Filev, Clifford V. Johnson, R. C. Rashkov, and K. S. Viswanathan. Flavoured large N gauge theory in an external magnetic field. *JHEP* **0710**, 019 (2007) [arXiv:hep-th/0701001].
- [30] V. G. Filev and C. V. Johnson. Universality in the Large N_c Dynamics of Flavour: Thermal Vs. Quantum Induced Phase Transitions arXiv:0805.1950 [hep-th].
- [31] Daniel Z. Freedman, Samir D. Mathur, Alec Matusis, and Leonardo Rastelli. Correlation functions in the CFT(d)/AdS($d + 1$) correspondence. *Nucl. Phys.*, B546:96–118, 1999.
- [32] Valeri P. Frolov. Merger transitions in brane-black-hole systems: Criticality, scaling, and self-similarity. *Phys. Rev.*, D74:044006, 2006.
- [33] Yi-hong Gao, Wei-shui Xu, and Ding-fang Zeng. NGN, QCD(2) and chiral phase transition from string theory. *JHEP*, 08:018, 2006.
- [34] Murray Gell-Mann, R. J. Oakes, and B. Renner. Behavior of current divergences under SU(3) x SU(3). *Phys. Rev.*, 175:2195–2199, 1968.

- [35] Kazuo Ghoroku, Tomohiko Sakaguchi, Nobuhiro Uekusa, and Masanobu Yahiro. Flavor quark at high temperature from a holographic model. *Phys. Rev.*, D71:106002, 2005.
- [36] Kazuo Ghoroku and Masanobu Yahiro. Chiral symmetry breaking driven by dilaton. *Phys. Lett.*, B604:235–241, 2004.
- [37] Kazuo Ghoroku and Masanobu Yahiro. Holographic model for mesons at finite temperature. *Phys. Rev.*, D73:125010, 2006.
- [38] G. W. Gibbons and S. W. Hawking. Classification of Gravitational Instanton Symmetries. *Commun. Math. Phys.*, 66:291–310, 1979.
- [39] Michael B. Green, J. H. Schwarz, and Edward Witten. SUPERSTRING THEORY. VOL. 1: INTRODUCTION. Cambridge, Uk: Univ. Pr. (1987) 469 P. (Cambridge Monographs On Mathematical Physics).
- [40] Michael B. Green, J. H. Schwarz, and Edward Witten. SUPERSTRING THEORY. VOL. 2: LOOP AMPLITUDES, ANOMALIES AND PHENOMENOLOGY. Cambridge, Uk: Univ. Pr. (1987) 596 P. (Cambridge Monographs On Mathematical Physics).
- [41] S. S. Gubser, Igor R. Klebanov, and Alexander M. Polyakov. Gauge theory correlators from non-critical string theory. *Phys. Lett.*, B428:105–114, 1998.
- [42] Steven S. Gubser, Igor R. Klebanov, and Arkady A. Tseytlin. String theory and classical absorption by three-branes. *Nucl. Phys.*, B499:217–240, 1997.
- [43] V. P. Gusynin, V. A. Miransky, and I. A. Shovkovy. Dimensional reduction and catalysis of dynamical symmetry breaking by a magnetic field. *Nucl. Phys.*, B462:249–290, 1996.
- [44] C. P. Herzog, A. Karch, P. Kovtun, C. Kozcaz, and L. G. Yaffe. Energy loss of a heavy quark moving through $N = 4$ supersymmetric Yang–Mills plasma. *JHEP*, 07:013, 2006.
- [45] Christopher P. Herzog. Energy loss of heavy quarks from asymptotically AdS geometries. *JHEP*, 09:032, 2006.
- [46] Sungho Hong, Sukjin Yoon, and Matthew J. Strassler. Quarkonium from the fifth dimension. *JHEP*, 04:046, 2004.
- [47] Norio Horigome and Yoshiaki Tanii. Holographic chiral phase transition with chemical potential. *JHEP*, 01:072, 2007.
- [48] Carlos Hoyos-Badajoz, Karl Landsteiner, and Sergio Montero. Holographic Meson Melting. *JHEP*, 04:031, 2007.
- [49] C. V. Johnson. D-branes. Cambridge, USA: Univ. Pr. (2003) 548 p.
- [50] Andreas Karch and Emanuel Katz. Adding flavor to AdS/CFT. *JHEP*, 06:043, 2002.
- [51] Andreas Karch and Andy O’Bannon. Chiral transition of $N = 4$ super Yang–Mills with flavor on a 3-sphere. *Phys. Rev.*, D74:085033, 2006.
- [52] Andreas Karch and Andy O’Bannon. Metallic AdS/CFT. *JHEP*, 09:024, 2007.

- [53] Andreas Karch, Andy O’Bannon, and Kostas Skenderis. Holographic renormalization of probe D-branes in AdS/CFT. *JHEP*, 04:015, 2006.
- [54] Ingo Kirsch. Spectroscopy of fermionic operators in AdS/CFT. *JHEP*, 09:052, 2006.
- [55] Ingo Kirsch and Diana Vaman. The D3/D7 background and flavor dependence of Regge trajectories. *Phys. Rev.*, D72:026007, 2005.
- [56] Igor R. Klebanov. World-volume approach to absorption by non-dilatonic branes. *Nucl. Phys.*, B496:231–242, 1997.
- [57] Shinpei Kobayashi, David Mateos, Shunji Matsuura, Robert C. Myers, and Rowan M. Thomson. Holographic phase transitions at finite baryon density. *JHEP*, 02:016, 2007.
- [58] Per Kraus, Finn Larsen, and Sandip P. Trivedi. The Coulomb branch of gauge theory from rotating branes. *JHEP*, 03:003, 1999.
- [59] Martin Kruczenski, David Mateos, Robert C. Myers, and David J. Winters. Meson spectroscopy in AdS/CFT with flavour. *JHEP*, 07:049, 2003.
- [60] Martin Kruczenski, David Mateos, Robert C. Myers, and David J. Winters. Towards a holographic dual of large- $N(c)$ QCD. *JHEP*, 05:041, 2004.
- [61] Martin Kruczenski, Leopoldo A. Pando Zayas, Jacob Sonnenschein, and Diana Vaman. Regge trajectories for mesons in the holographic dual of large- $N(c)$ QCD. *JHEP*, 06:046, 2005.
- [62] S. Kuperstein. Meson spectroscopy from holomorphic probes on the warped deformed conifold. *JHEP*, 03:014, 2005.
- [63] Sangmin Lee, Shiraz Minwalla, Mukund Rangamani, and Nathan Seiberg. Three-point functions of chiral operators in $D = 4$, $N = 4$ SYM at large N . *Adv. Theor. Math. Phys.*, 2:697–718, 1998.
- [64] R. G. Leigh. Dirac-Born-Infeld Action from Dirichlet Sigma Model. *Mod. Phys. Lett.*, A4:2767, 1989.
- [65] Thomas S. Levi and Peter Ouyang. Mesons and Flavor on the Conifold. *Phys. Rev.*, D76:105022, 2007.
- [66] Juan Martin Maldacena. The large N limit of superconformal field theories and supergravity. *Adv. Theor. Math. Phys.*, 2:231–252, 1998.
- [67] David Mateos, Robert C. Myers, and Rowan M. Thomson. Holographic phase transitions with fundamental matter. *Phys. Rev. Lett.*, 97:091601, 2006.
- [68] David Mateos, Robert C. Myers, and Rowan M. Thomson. Thermodynamics of the brane. *JHEP*, 05:067, 2007.
- [69] Toshihiro Matsuo, Dan Tomino, and Wen-Yu Wen. Drag force in SYM plasma with B field from AdS/CFT. *JHEP*, 10:055, 2006.
- [70] V. A. Miransky. Dynamics of QCD in a strong magnetic field. 2002.
- [71] Shin Nakamura, Yunseok Seo, Sang-Jin Sin, and K. P. Yogendran. A new phase at finite quark density from AdS/CFT. 2006.

- [72] Andy O’Bannon. Hall Conductivity of Flavor Fields from AdS/CFT. *Phys. Rev.*, D76:086007, 2007.
- [73] Kasper Peeters, Jacob Sonnenschein, and Marija Zamaklar. Holographic decays of large-spin mesons. *JHEP*, 02:009, 2006.
- [74] Jan Christoph Plefka. Lectures on the plane-wave string / gauge theory duality. *Fortsch. Phys.*, 52:264–301, 2004.
- [75] J. Polchinski. String theory. Vol. 1: An introduction to the bosonic string. Cambridge, UK: Univ. Pr. (1998) 402 p.
- [76] Joseph Polchinski and Matthew J. Strassler. The string dual of a confining four-dimensional gauge theory. 2000.
- [77] Jorge G. Russo. New compactifications of supergravities and large N QCD. *Nucl. Phys.*, B543:183–197, 1999.
- [78] Jorge G. Russo and Konstantinos Sfetsos. Rotating D3 branes and QCD in three dimensions. *Adv. Theor. Math. Phys.*, 3:131–146, 1999.
- [79] Tadakatsu Sakai and Shigeki Sugimoto. Low energy hadron physics in holographic QCD. *Prog. Theor. Phys.*, 113:843–882, 2005.
- [80] Tadakatsu Sakai and Shigeki Sugimoto. More on a holographic dual of QCD. *Prog. Theor. Phys.*, 114:1083–1118, 2006.
- [81] G. W. Semenoff, I. A. Shovkovy, and L. C. R. Wijewardhana. Universality and the magnetic catalysis of chiral symmetry breaking. *Phys. Rev.*, D60:105024, 1999.
- [82] Andrei O. Starinets. Quasinormal modes of near extremal black branes. *Phys. Rev.*, D66:124013, 2002.
- [83] Leonard Susskind. The World as a hologram. *J. Math. Phys.*, 36:6377–6396, 1995.
- [84] ’t Hooft, Gerard. A PLANAR DIAGRAM THEORY FOR STRONG INTERACTIONS. *Nucl. Phys.*, B72:461, 1974.
- [85] Shang-Yung Wang. Progress on chiral symmetry breaking in a strong magnetic field. 2007.
- [86] Edward Witten. Anti-de Sitter space and holography. *Adv. Theor. Math. Phys.*, 2:253–291, 1998.
- [87] Edward Witten. Anti-de Sitter space, thermal phase transition, and confinement in gauge theories. *Adv. Theor. Math. Phys.*, 2:505–532, 1998.