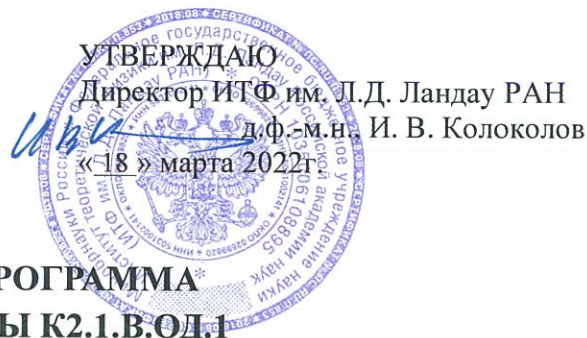


**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ им. Л. Д. Ландау
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН)**

ПРИНЯТО
Ученым советом
ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН
(протокол от «18» марта 2022г. № 8)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ К2.1.В.ОД.1**

«Научно-исследовательский семинар по теоретической физике»

По научной специальности: 1.3.3. Теоретическая физика

Уровень образования: Высшее образование - Подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения – очная

Черноголовка 2022

Рабочая программа дисциплины «Научно-исследовательский семинар по теоретической физике» (К2.1.В.ОД.1) для Программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – программа аспирантуры) ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН по научной специальности 1.3.3. Теоретическая физика составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" с изменениями на 30.12.2021г.
2. Федеральные государственные требования (ФГТ) к программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утверждённые Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951.
3. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.02.2021 № 118 "Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. № 1093
4. Письмо ВАК от 13.05.2021 № 382-02 ВАК о Применении новой номенклатуры НС
5. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 03.06.2021 № 561 «О советах по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание учёной степени докторов наук»
6. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.08.2021 № 786 "Об установлении соответствия направлений подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) научным специальностям, предусмотренным номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденной


приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24 февраля 2021 г. № 118"

7. Программа-минимум кандидатских экзаменов по специальности Теоретическая физика и с учетом особенностей сложившейся в ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН научной школы

8. Паспорт научной специальности 1.3.3. Теоретическая физика, разработанный экспертами ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Академией Наук.

9. Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – программа аспирантуры) ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН

д.ф.-м.н., зам. директора.

 И.С. Бурмистров

«11» марта 2022 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

СОГЛАСОВАНО

Директор [должность]

ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН

Колоколов И.В., д.ф.-м.н. проф.

[ФИО] 

04.03.2022 [дата]

СОГЛАСОВАНО

д.ф.-м.н., зам. директора [должность]

ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН

Фоминов Я.В. [ФИО] 

11.03.2022 [дата]

СОГЛАСОВАНО

д.ф.-м.н., проф., гл. н.с. [должность]

ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН


Фейгельман М..В. [ФИО] 

11.03.2022 [дата]

СОГЛАСОВАНО

Декан ФФ ИИУ ВИА [должность]

информ-р

Трушкин М. Р. [ФИО] 

[дата]

1. Паспорт научной специальности 1.3.3. Теоретическая физика

Область науки:

1. Естественные науки

Группа научных специальностей:

1.3. Физические науки

Наименование отрасли науки, по которой присуждаются ученые степени:

физико-математические науки

Шифр научной специальности:

1.3.3. Теоретическая физика

Направления исследований:

1. Теория фундаментальных взаимодействий и квантовая теория поля. Изучение явлений на малых масштабах и при больших энергиях. Разработка математических методов теории поля. Объединенные модели фундаментальных взаимодействий. Супергравитация и теория суперструн, модели с дополнительными измерениями, AdS/CFT соответствие, голографические модели.
2. Физические свойства материи и пространства-времени во Вселенной. Классическая и квантовая космология и гравитация. Свойства вакуума, темная энергия. Общая теория относительности и ее расширения.
3. Релятивистская астрофизика.
4. Стандартная модель фундаментальных взаимодействий элементарных частиц и ее расширения, обусловленные проблемой темной материи, физикой нейтрино и другими феноменологическими проблемами.
5. Теория конденсированного состояния классических и квантовых, макроскопических и микроскопических систем. Изучение различных состояний вещества и физических явлений в них. Статистическая физика, квантовая и классическая кинетическая теория.
6. Общие вопросы квантовой механики: основы, теория измерений, общая теория рассеяния. Квантовая теория физических явлений в ядрах, атомах и молекулах.

7. Разработка методов описания адронного вещества и кварк-глюонной плазмы в приложении к процессам в столкновениях ядер, в компактных астрофизических объектах, в ранней Вселенной и в других системах.
8. Симуляции процессов на решетке.
9. Разработка теории мезоскопических систем. Квантовая информатика, квантовые компьютеры, физические модели когнитивных процессов.
10. Развитие теории и исследования общих свойств и закономерностей неравновесных систем. Разработка теории хаоса и турбулентности.

Смежные специальности (в рамках группы научной специальности)¹:

- 1.3.1. – Физика космоса, астрономия
- 1.3.15.– Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий
- 1.3.8. – Физика конденсированного состояния
- 1.3.16. Атомная и молекулярная физика
- 1.1.2. – Дифференциальные уравнения и математическая физика
- 1.3.10 – Физика низких температур
- 1.3.11 – Физика полупроводников
- 1.3.12 – Физика магнитных явлений

¹Для рекомендации научных специальностей в создаваемых диссертационных советах

2. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью изучения настоящей дисциплины является подготовка квалифицированных научных кадров в области теоретической физики, способных вести научно-исследовательскую работу, самостоятельно ставить и решать актуальные научные и практические задачи.

Задачи дисциплины включают формирование у аспирантов системы знаний и основных понятий по квантовой электродинамике и развитие способности к научно-исследовательской работе и выработку потребности к самостоятельному приобретению знаний по теоретической физике.

3. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры по научной специальности 1.3.3. Теоретическая физика.

Дисциплина «Научно-исследовательский семинар по теоретической физике» (К2.1.В.ОД.1) относится к обязательным дисциплинам К2.1.В.ОД вариативной части Компонента 2 «Образовательный компонент» Программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – программа аспирантуры) ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН по научной специальности 1.3.3. Теоретическая физика.

Программа курса предполагает ознакомление обучающихся с современными научными работами по теоретической физике, которые публикуются в рецензируемых мировых ведущих научных журналах (Physical Review Letters, Physical Review X, Physical Review Research, Physical Review B, Science, Nature, Nature Physics, и др.). Тематика изучаемых научных статей соответствует направлениям подготовки аспирантов.

4. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области теоретической физики с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
<i>Универсальные компетенции:</i>	
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
<i>Профессиональные компетенции</i>	
ПК-А	способностью самостоятельно выделять различные физические механизмы в физическом феномене, подбирать адекватные модели для описания этих механизмов (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-В	способностью применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов теоретической физики, в том числе микроскопическое и феноменологическое описание, теорию возмущений и диаграммный методы (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-Г	способность применять различные математические методы, такие как ТФКП, решение дифференциальных уравнений, применение теории групп, диаграммная техника, при исследовании математических уравнений
ПК-Д	готовность сотрудничать с экспериментальными группами по планированию физических экспериментов и анализу полученных экспериментальных данных, способностью выделять в экспериментальной ситуации отдельные

	физические феномены и составлять адекватную математическую модель, описывающую эти феномены (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-Е	готовность к дальнейшему самообразованию и расширению компетенции, способностью локализовать общие принципы теоретической физики для нового физического феномена (в соответствии с профилем подготовки)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

Знать:

- ведущие научные журналы
- основные современные направления исследований в теоретической физике;

Уметь:

- понимать утверждения теоретических и экспериментальных статей в различных областях физики;
- понимать, с помощью какого математического аппарата получены результаты в теоретических работах;
- понимать, как были получены экспериментальные результаты, о которых сообщается в научной статье;
- работать с научной литературой, в частности искать релевантные работы;

Владеть:

- навыками делания доклада по прочитанной научной работе;
- умением задавать вопросы к результатам, о которых сообщается в изучаемой научной работе;

5. Объем дисциплины, виды учебной работы и форма отчетности

<i>Вид учебной работы</i>	<i>Часов</i>	<i>ЗЕТ</i>
Общая трудоемкость дисциплины	144	4
Аудиторные занятия:	137	3.8
лекции	47	1.3
самостоятельная работа	90	2.5
Контроль	7	0.2

Форма текущей отчетности: доклады по научным работам на НИС

6. Содержание и структура дисциплины

6.1 Учебный план по дисциплине

<i>№</i>	<i>Название тем</i>	<i>Всего</i>
1	Гидродинамика	17
2	Сверхпроводимость	17
3	Фазовые переходы	17
4	Топологические состояния вещества	17
5	Графен	17
6	Численные методы в физике	19
7	Физика квантовых вычислений	17
8	Современные проблемы упругости материалов	16
Итого часов		144

Самостоятельная работа заключается в разборе задач и теоретических выкладок по курсу.

6.2 Содержание курса

I. Гидродинамика

а) *Энтропийная характеристика перехода полимеров клубок-растяжение в случайных потоках*

F. Sultanov, M. Sultanova, G. Falkovich, V. Lebedev, Y. Liu, V. Steinberg,
“Entropic characterization of the coil-stretch transition of polymers in random
flows”, Phys. Rev. E 103, 033107 (2021)

<https://journals.aps.org/pre/abstract/10.1103/PhysRevE.103.033107>

*b) Наблюдение гигантской и перестраиваемой температуропроводности
дираковской жидкости при комнатной температуре*

A. Block et al., “Observation of giant and tunable thermal diffusivity of a Dirac fluid
at room temperature”, Nature Nanotechnology 16, 1195 (2021)

<https://www.nature.com/articles/s41565-021-00957-6>

II. Сверхпроводимость

Универсальные флуктуации напряжения в неупорядоченных сверхпроводниках

A. Roy et al., “Universal Voltage Fluctuations in Disordered Superconductors”,
Phys. Rev. Lett. 125, 147002 (2020)

<https://www.nature.com/articles/s41565-021-00957-6>

III. Фазовые переходы

*Отсутствие диссипативного квантового фазового перехода в
джозефсоновских контактах*

A. Murani et al., “Absence of a Dissipative Quantum Phase Transition in Josephson
Junctions”, Phys. Rev. X 10, 021003 (2020)

<https://journals.aps.org/prx/abstract/10.1103/PhysRevX.10.021003>

IV. Топологические состояния вещества

Непосредственное наблюдение анионной статистики

J. Nakamura et al., “Direct observation of anyonic braiding statistics”, Nature 16,
931 (2020)

<https://www.nature.com/articles/s41567-020-1019-1>

a) Дробная статистика анионных столкновений

H. Bartolomei et al., “Fractional statistics in anyon collisions”, Science 368, 173 (2020)

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaz5601>

b) *Наблюдение неэрмитова скин-эффекта высшего порядка*

X. Zhang et al., “Observation of higher-order non-Hermitian skin effect”, Nature Communications 12, 5377 (2021)

<https://www.nature.com/articles/s41467-021-25716-y>

V. Графен

a) *Баллистический длинно-коррелированный транспорт фермионов Брауна-Зака в графеновых сверхрешетках*

J. Barrier et al., “Long-range ballistic transport of Brown-Zak fermions in graphene superlattices”, Nature Communications 11, 5756 (2020)

b) <https://www.nature.com/articles/s41467-020-19604-0>

Управление электрон-электронным взаимодействием в графене с помощью экранирования

M. Kim et al., “Control of electron-electron interaction in graphene by proximity screening”, Nature Communications 11, 2339 (2020)

<https://www.nature.com/articles/s41467-020-15829-1>

VI. Численные методы в физике

Ансамбли неупорядоченных гамильтонианов с само-согласованным полем: эффективный решатель и приложение к сверхпроводящим пленкам

M. Stosiek et al., “Self-consistent-field ensembles of disordered Hamiltonians: Efficient solver and application to superconducting films”, Phys. Rev. B 101, 144503 (2020)

<https://journals.aps.org/prb/abstract/10.1103/PhysRevB.101.144503>

VII. Физика квантовых вычислений

Экспоненциальное подавление битовых или фазовых ошибок с циклической коррекцией ошибок

Google Quantum AI, “Exponential suppression of bit or phase errors with cyclic error correction”, Nature 595, 383 (2021)

<https://www.nature.com/articles/s41586-021-03588-y>

VIII. Современные проблемы упругости материалов

Переход выпучивания-разрушения и геометрический заряд трещины

Y. Klein et al., “Buckling-Fracture Transition and the Geometrical Charge of a Crack”, Phys. Rev. Lett. 127, 105501 (2021)

<https://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.127.105501>

7. Самостоятельная работа аспирантов

Используются виды самостоятельной работы аспиранта: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах, на рабочих местах с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях. Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется во время доклада по выбранной научной статье. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные учебники и учебно-методические пособия.

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

Текущая успеваемость определяется качеством выполнения докладов по научным работам на НИС.

9. После окончания курса аспирантам дается набор вопросов для Кандидатского экзамена по специальности.

Пример экзаменационного билета:

Управление электрон-электронным взаимодействием в графене с помощью экранирования:

1. Вывести поправку Альтшулера-Аронова к проводимости неупорядоченной электронной системы за счет электрон-электронного взаимодействия.

2. Объяснить влияние внешнего экранирования на поправку Альтшулера-Аронова.

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

10.1.1 Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (обязательная литература)

- [1] F. Sultanov, M. Sultanova, G. Falkovich, V. Lebedev, Y. Liu, V. Steinberg, Entropic characterization of the coil-stretch transition of polymers in random flows, *Phys. Rev. E* 103, 033107 (2021)
- [2] A. Block et al., “Observation of giant and tunable thermal diffusivity of a Dirac fluid at room temperature”, *Nature Nanotechnology* 16, 1195 (2021)
- [3] A. Roy et al., “Universal Voltage Fluctuations in Disordered Superconductors”, *Phys. Rev. Lett.* 125, 147002 (2020)
- [4] A. Murani et al., “Absence of a Dissipative Quantum Phase Transition in Josephson Junctions”, *Phys. Rev. X* 10, 021003 (2020)
- [5] J. Nakamura et al., “Direct observation of anyonic braiding statistics”, *Nature* 16, 931 (2020)
- [6] H. Bartolomei et al., “Fractional statistics in anyon collisions”, *Science* 368, 173 (2020)
- [7] X. Zhang et al., “Observation of higher-order non-Hermitian skin effect”, *Nature Communications* 12, 5377 (2021)
- [8] J. Barrier et al., “Long-range ballistic transport of Brown-Zak fermions in graphene superlattices”, *Nature Communications* 11, 5756 (2020)
- [9] M. Kim et al., “Control of electron-electron interaction in graphene by proximity screening”, *Nature Communications* 11, 2339 (2020)

[10] M. Stosiek et al., “Self-consistent-field ensembles of disordered Hamiltonians: Efficient solver and application to superconducting films”, Phys. Rev. B 101, 144503 (2020)

[11] Google Quantum AI, “Exponential suppression of bit or phase errors with cyclic error correction”, Nature 595, 383 (2021)

[12] Y. Klein et al., “Buckling-Fracture Transition and the Geometrical Charge of a Crack”, Phys. Rev. Lett. 127, 105501 (2021)

10.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- On-line доступ к журналам Physical Review Journals (American Physical Society (из подписки ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН).
- Доступ к ресурсам БЕН РАН (по договору ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН).
- Доступ к НЭБ (свободный доступ)

10.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

10.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины

- аудиторный фонд ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН;
- ноутбук, мультимедийный проектор, экран;
- рабочее место с выходом в Интернет;
- библиотечный фонд ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН
- библиотечные фонды БЕН РАН и НЭБ (по договору ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН

11. Обеспечение электронной информационно-образовательной средой для освоения дисциплины в полном объёме независимо от места нахождения обучающегося (при необходимости)

- электронные информационные и образовательные ресурсы ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН - ЭИС ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН
- сеть Интернет.