

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ВВЕДЕНИЕ В СОЛНЕЧНО-ЗЕМНУЮ НЕЙТРИННУЮ ФИЗИКУ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 01.03.02 Прикладная математика и
информатика

| Семестр | Трудоемкость, кред. | Общий объем курса, час. | Лекции, час. | Практич. занятия, час. | Лаборат. работы, час. | В форме практической подготовки/В СРС, час. | КСР, час. | Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП |
|---------|------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|--|-----------|--|
| 6 | 4 | 144 | 15 | 30 | 0 | 48 | 15 | Э |
| Итого | 4 | 144 | 15 | 30 | 0 | 0 | 48 | 15 |

АННОТАЦИЯ

Курс лекций «Введение в солнечно-земную нейтринную физику» предназначен для изучения основ нейтринной физики на примере ее солнечно-земного аспекта.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В курсе рассматриваются источники нейтрино и антинейтрино, создающие значимые потоки на поверхности Земли. По каждому источнику приводятся его характеристики, такие, как энергетический спектр, расположение относительно поверхности Земли.

Рассматриваются известные на сегодня реакции взаимодействия нейтрино с веществом. Разбираются работающие и проектируемые детекторы нейтрино и эксперименты, в которых они используются. В конце рассмотрения каждого источника приводятся, возможные в будущем, эксперименты и обсуждается вопрос - какие результаты могут быть получены.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для лучшего освоения данного курса рекомендуется также прослушать бакалаврский курс «Ядерная физика» с разделом «Основы физики нейтрино».

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---|---|
| УК-1 [1] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | З-УК-1 [1] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач |
| УК-3 [1] – Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде | З-УК-3 [1] – Знать: основные приемы и нормы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии У-УК-3 [1] – Уметь: устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе; применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды В-УК-3 [1] – Владеть: простейшими методами и приемами |

| | |
|--|--|
| | социального взаимодействия и работы в команде |
| УК-6 [1] – Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни | <p>З-УК-6 [1] – Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни</p> <p>У-УК-6 [1] – Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения</p> <p>В-УК-6 [1] – Владеть: методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социо-культурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни</p> |

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания | Задачи воспитания (код) | Воспитательный потенциал дисциплин |
|--|--|--|
| Духовно-нравственное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование этического мышления и профессиональной ответственности ученого (В2) | 1. Использование воспитательного потенциала базовых гуманитарных дисциплин. 2. Разработка новых инновационных курсов гуманитарной и междисциплинарной направленности. |
| Духовно-нравственное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование личностно-центрированного подхода в профессиональной коммуникации, когнитивно-поведенческих и практико-ориентированных навыков, основанных на общероссийских традиционных ценностях (В3) | 1. Использование воспитательного потенциала базовых гуманитарных дисциплин. 2. Разработка новых инновационных курсов гуманитарной и междисциплинарной направленности. |
| Профессиональное и трудовое воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14) | 1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования |

| | | |
|------------------------------------|---|--|
| | | <p>устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение |
| <p>Профессиональное воспитание</p> | <p>Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)</p> | <p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования способности |

| | | |
|------------------------------------|--|--|
| | | <p>отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</p> <p>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</p> |
| <p>Профессиональное воспитание</p> | <p>Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21)</p> | <p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p> |

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины | Недели | Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел** | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции |
|-------|---|--------|--|---|-------------------------------|-------------------------------------|--|
| | <i>6 Семестр</i> | | | | | | |
| 1 | Первый раздел | 1-8 | 8/16/0 | | 25 | КИ-8 | З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3 |
| 2 | Второй раздел | 9-15 | 7/14/0 | | 25 | КИ-15 | З-УК-6, У-УК-6, В-УК-6 |
| | <i>Итого за 6 Семестр</i> | | 15/30/0 | | 50 | | |
| | Контрольные мероприятия за 6 Семестр | | | | 50 | Э | З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, З-УК-6, У-УК-6, В-УК-6 |

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|---------------------|
| КИ | Контроль по итогам |
| Э | Экзамен |

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Недели | Темы занятий / Содержание | Лек., час. | Пр./сем., час. | Лаб., час. |
|------------|---|------------------------|----------------|------------|
| | <i>6 Семестр</i> | 15 | 30 | 0 |
| 1-8 | Первый раздел | 8 | 16 | 0 |
| 1 - 2 | Введение в общую нейтринную физику. Источники нейтрино в природе. Солнце, ядерные реакторы, ядерные взрывы, атмосфера, искусственные источники (ускорители и изотопы), недра Земли, вспышки сверхновых, ядра галактик. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 1 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 2 - 3 | Ядерные реакторы и нейтрино. Введение. Управляемая цепная реакция деления. Осколки деления. Накопление долгоживущих осколков в ходе кампании ядерного реактора. Энергетический спектр частиц при бета-распаде. Симметрия бета и антинейтринного спектра. Энергетический спектр ядерного реактора. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 1 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 3 - 4 | Ядерные реакторы и нейтрино. Эксперименты. Эксперименты с антинейтрино от ядерного реактора: SRP, Goesgen, Bugey, Rovno, Krasnoyarsk. Реакция обратного бета-распада (ОБР). Реакция захвата нейтрино (ОБР) на ядрах. Реакция рассеяния на электроны. Реакция когерентного рассеяния на ядрах. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 1 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 4 - 5 | Ядерные реакторы и нейтрино. Эксперименты. Современные эксперименты с реакторными нейтрино: подтверждение осцилляций нейтрино первого поколения нейтрино во второе KamLAND, обнаружений осцилляций первого поколения в третьем в экспериментах Daya Bay, RENO и Double Chooz. Будущий эксперимент по поиску иерархии масс нейтрино JUNO. Спектр от ядерного взрыва. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 1 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 5 - 6 | Ядерные реакторы и нейтрино. Стерильные нейтрино. Эксперименты по поиску стерильных нейтрино: Нейтрино-4 и другие. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 1 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 6 - 7 | Ядерные реакторы и нейтрино. Другие эксперименты с реакторными нейтрино: поиск магнитного момента GEMMA, когерентное рассеяние нейтрино на ядрах РЭД-100. Изучение возможностей использования антинейтрино для мониторинга активной зоны ядерного реактора. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 1 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 7 - 8 | Солнце и нейтрино. Источники солнечной энергии и нейтрино – термоядерные | Всего аудиторных часов | | |
| | | 1 | 2 | 0 |

| | | | | | |
|---------|---|------------------------|----|---|---|
| | реакции синтеза. pp-cycle, CNO cycle. He, C, Ne, O, Si. | Онлайн | 0 | 0 | 0 |
| 8 - 9 | Солнце и нейтрино. Детекторы солнечных нейтрино: South Dakota, SNO, Super-Kamiokande, Borexino, SAGE и Gallex. Гипотеза нейтринных осцилляций. Новые детекторы солнечных нейтрино LENS-2. | Всего аудиторных часов | 1 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | 0 | 0 | 0 |
| | | 7 | 14 | 0 | |
| 9 - 10 | Земля и нейтрино. Геонейтрино. Зачем изучать гео-нейтрино? Тепловой поток Земли. Модели Земли. | Всего аудиторных часов | 1 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | 0 | 0 | 0 |
| | | 7 | 14 | 0 | |
| 10 - 11 | Земля и нейтрино. Детекторы геонейтрино: Borexino, KamLAND. Поиск источников нейтрино в Земле, используя информацию о направлении нейтрино. Детекторы будущего: Liquide-O (Oraque), детектор калиевых нейтрино. | Всего аудиторных часов | 1 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | 0 | 0 | 0 |
| | | 7 | 14 | 0 | |
| 11 - 12 | Вспышки сверхновых и нейтрино. Существующие детекторы: Super-Kamiokande, SNO+, KamLAND, JUNO. Новые результаты измерений. | Всего аудиторных часов | 1 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | 0 | 0 | 0 |
| | | 7 | 14 | 0 | |
| 12 - 13 | Атмосферные нейтрино. Эксперимент Super-Kamiokande. Осцилляции второго поколения нейтрино в третьем. Исследование внутренних слоев Земли с использованием атмосферных нейтрино. | Всего аудиторных часов | 1 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | 0 | 0 | 0 |
| | | 7 | 14 | 0 | |
| 13 - 14 | Ускорительные нейтрино. Ускорительные нейтрино. Эксперименты Super-Kamiokande, DUNE, OPERA (подтверждение осцилляций второго поколения нейтрино в третьем) | Всего аудиторных часов | 1 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | 0 | 0 | 0 |
| | | 7 | 14 | 0 | |
| 14 - 15 | Искусственные источники нейтрино . Искусственные источники нейтрино ^{90}Sr , ^{51}Cr , ^{144}Ce , ^3H . Эксперименты с искусственными источниками нейтрино. Поиск экзотических осцилляций. Проверка симметрии спектров антинейтрино и электронов в бета-распаде. | Всего аудиторных часов | 1 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | 0 | 0 | 0 |
| | | 7 | 14 | 0 | |
| 15 | Внегалактические нейтрино. Эксперименты в природных водоемах: GVD на озере Байкал, KM3, South pole в Антарктиде. | Всего аудиторных часов | 1 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | 0 | 0 | 0 |
| | | 7 | 14 | 0 | |

Сокращенные наименования онлайн опций:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|-------------------------|
| ЭК | Электронный курс |
| ПМ | Полнотекстовый материал |
| ПЛ | Полнотекстовые лекции |
| ВМ | Видео-материалы |
| АМ | Аудио-материалы |
| Прз | Презентации |
| Т | Тесты |

| | |
|-----|----------------------------------|
| ЭСМ | Электронные справочные материалы |
| ИС | Интерактивный сайт |

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекции и семинары проводятся с использованием обсуждений и дискуссий по заранее спланированному списку научных тем

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

| Компетенция | Индикаторы освоения | Аттестационное мероприятие (КП 1) |
|-------------|---------------------|-----------------------------------|
| УК-1 | З-УК-1 | Э, КИ-8 |
| | У-УК-1 | Э, КИ-8 |
| | В-УК-1 | Э, КИ-8 |
| УК-3 | З-УК-3 | Э, КИ-8 |
| | У-УК-3 | Э, КИ-8 |
| | В-УК-3 | Э, КИ-8 |
| УК-6 | З-УК-6 | Э, КИ-15 |
| | У-УК-6 | Э, КИ-15 |
| | В-УК-6 | Э, КИ-15 |

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов | Оценка по 4-ех балльной шкале | Оценка ECTS | Требования к уровню освоению учебной дисциплины |
|--------------|-------------------------------|-------------|---|
| 90-100 | 5 – «отлично» | A | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы. |
| 85-89 | | B | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает |

| | | | |
|---------|-------------------------------------|---|---|
| 75-84 | | С | материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос. |
| 70-74 | | D | |
| 65-69 | 3 – <i>«удовлетворительно»</i> | E | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала. |
| 60-64 | | | |
| Ниже 60 | 2 – <i>«неудовлетворительно»</i> | F | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Рассматриваются известные реакции взаимодействия нейтрино с веществом. Разбираются работающие и проектируемые детекторы нейтрино и эксперименты, в которых

они используются. В конце рассмотрения каждого источника приводятся, возможные в будущем, эксперименты и обсуждается вопрос - какие результаты могут быть получены.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Для лучшего усвоения курса студентами рекомендуется активное взаимодействие с аудиторией, контроль посещения лекций, семинаров, а также проведение заключительных лекций с участием представителей студенческой аудитории, желающих продемонстрировать свои знания (в виде докладов).

Автор(ы):

Синев Валерий Витальевич