

# БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе и  
образовательным инновациям

О.Н. Здрок

« 30 » *август* 2020 г.

Регистрационный № УД- 8558 / уч.

## ЭКОНОМИКА ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 04 06 Ядерные физика и технологии

Минск 2020

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта специальности 1-31 04 06 «Ядерная физика и технологии» ОСВО 1-31 04 0 6 – 2013 от 30.08.2013 № 88 и учебного плана № G31-229/уч. от 20.03.2019.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

**О.В. Семенович** – старший преподаватель кафедры ядерной физики физического факультета Белорусского государственного университета.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой ядерной физики физического факультета Белорусского государственного университета  
(протокол № 11 от 21 мая 2020 г.);

Научно-методическим Советом БГУ  
(протокол № 5 от 17 июня 2020 г.).

Заведующий кафедрой ядерной физики  
к. ф.-м. н., доцент

\_\_\_\_\_ А.И. Тимошенко

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Цели и задачи учебной дисциплины

**Цель** учебной дисциплины – углубление знаний студентов в области экономической оценки ядерно-энергетических технологий с использованием современных расчетно-методических инструментов.

### Задачи учебной дисциплины:

- формирование соответствующих современному уровню развития ядерных энергетических технологий представлений, знаний и навыков, позволяющих проводить сравнительный анализ экономической эффективности этих технологий по отношению к другим технологиям производства электрической энергии, оценивать стоимость затрат на функционирование ядерных энергетических объектов;
- формирование целостного понимания экономических условий, сложившихся в мире с топливно-энергетическими ресурсами;
- демонстрация эколого-экономических преимуществ производства электрической энергии на АЭС по сравнению с другими видами энергетических объектов для обеспечения крупных промышленных производств и регионов электроэнергией;
- ознакомление с современными методами экономической оценки эффективности производства электрической энергии на АЭС.

### Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием

Учебная дисциплина «Экономика ядерной энергетики», относится к циклу специальных дисциплин компонента учреждения образования (дисциплина по выбору), разработана для специальности 1-31 04 06 «Ядерные физика и технологии» первой ступени высшего образования. Настоящая программа является оригинальной и разработана с учетом соответствующих требований образовательного стандарта специальности 1-31 04 06 «Ядерные физика и технологии» (ОСВО 1-31 04 06-2013).

Дисциплина позволяет сформировать широкий кругозор в вопросах состояния и перспектив развития атомной энергетики в мире; истории и перспектив развития атомной энергетики в Беларуси; требований, инфраструктуры и тенденций развития ядерного топливного цикла; методологических подходов к оценке экономической эффективности ядерно-энергетических объектов; программных средств оценки эффективности проектов АЭС и технологий их использования для проведения расчетов по оптимизации долгосрочных инвестиционных планов.

**Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.**

Учебный материал дисциплины основан на базовых знаниях и представлениях, заложенных в дисциплинах «Ядерные энергетические установки», «Физика ядерных реакторов», «Тепломассоперенос в ядерных энергетических установках», «Атомные электрические станции».

Из множества эффективных педагогических методик и технологий, которые способствуют вовлечению обучающихся в поиск и управление знаниями, приобретению опыта самостоятельного решения разнообразных задач, следует выделить:

- технологии проблемно-модульного обучения;
- технологии научно-исследовательской деятельности;
- проблемно-ориентированный междисциплинарный подход;
- интенсивное обучение;
- моделирование проблемных ситуаций и их решение.

Для формирования современных социально-личностных и профессиональных компетенций выпускника вуза в практику проведения занятий целесообразно внедрять методики активного обучения и дискуссионные формы.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- основы экономики энергетики применительно к ядерной энергетике;
- основные тенденции и направления развития ядерной энергетики и ядерного топливного цикла;
- основные источники данных для проведения экономических расчетов в области ядерной энергетики;
- методические рекомендации по экономической оценке производства атомной энергии;
- тенденции совершенствования программных средств энергетического планирования.

**уметь:**

- выполнять оценку экономической эффективности работы энергоблока и АЭС в целом;
- выполнять оценку долговременного инвестиционного плана развития АЭС.

**владеть:**

- основными методиками экономической оценки ядерно-энергетических систем.

## **Требования к компетенциям**

Освоение учебной дисциплины «Экономика ядерной энергетики» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций.

### **Академические компетенции:**

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным вырабатывать новые идеи (креативность).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-8. Иметь лингвистические навыки (устная и письменная коммуникация).

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

### **Социально-личностные компетенции:**

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).

СЛК-6. Уметь работать в команде.

### **Профессиональные компетенции:**

ПК-1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ ядерной физики и ядерных технологий, ядерно-физических методов исследования, методов измерения физических величин, методов автоматизации эксперимента, методов планирования, организации и ведения научно-производственной, научно-педагогической, производственно-технической, опытно-конструкторской работы в области ядерно-физических технологий и атомной энергетики.

ПК-3. Пользоваться компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.

ПК-4. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

ПК-5. Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-технической работы.

ПК-9. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

ПК-10. Пользоваться государственными языками Республики Беларусь и иными иностранными языками как средством делового общения.

ПК-12. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

ПК-13. Определять цели инноваций и способы их реализации.

ПК-14. Оценивать конкурентоспособность и экономическую эффективность разрабатываемых технологий.

ПК-15. Применять методы анализа и организации внедрения инноваций в научно-производственной, научно-педагогической и научно-технической деятельности.

### **Структура учебной дисциплины**

Дисциплина изучается в 10 семестре. Форма получения высшего образования – очная, дневная.

Всего на изучение учебной дисциплины «Экономика ядерной энергетики» отведено: 62 часа, в том числе 34 аудиторных часа, из них: лекции – 28 часов, управляемая самостоятельная работа – 6 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачёт.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **Тема 1. Введение.**

1.1. Состояние и перспективы развития атомной энергетики в мире.

1.2 Атомная энергетика в Беларуси: история и перспективы развития.

### **Тема 2. Топливо-энергетический комплекс.**

Понятие топливо-энергетического комплекса (ТЭК). Структура ТЭК. ТЭК Республики Беларусь. Электроэнергетика Беларуси.

### **Тема 3. Ядерный топливный цикл.**

3.1. Ядерное топливо и его особенности. Топливные циклы ядерной энергетики.

3.2. Требования к ядерным топливным циклам (ЯТЦ). Инфраструктура ЯТЦ.

3.3. Тенденции развития ЯТЦ.

### **Тема 4. Основные фонды в энергетике.**

Экономическая сущность основных фондов и их классификация. Виды оценок основных фондов. Износ основных фондов. Оценка эффективности использования основных фондов. Производственные мощности АЭС.

### **Тема 5. Оборотные средства в энергетике.**

Понятие, состав и структура оборотных средств. Нормирование оборотных средств. Основные направления улучшения использования оборотных средств.

### **Тема 6. Кадры, производительность труда, заработная плата в ядерной энергетике.**

Состав и структура кадров АЭС. Производительность труда. Зарботная плата, тарифная система. Формы и системы оплаты труда.

### **Тема 7. Себестоимость электроэнергии на АЭС.**

Понятие издержек производства и себестоимости продукции. Классификация и состав издержек производства. Себестоимость электроэнергии и её составляющие. Затраты на ядерное топливо в структуре себестоимости. Укрупненный расчет себестоимости электроэнергии. Резервы снижения себестоимости электроэнергии.

### **Тема 8. Ценообразование, доход, прибыль, рентабельность.**

Понятие цены, виды цен, структура цен. Ценообразование в энергетике. Доход и прибыль предприятия. Рентабельность.

### **Тема 9. Инвестиции в энергетике.**

Понятие и сущность инвестиций. Капиталовложения и источники их финансирования. Капитальное строительство. Методы определения капитальных затрат.

## **Тема 10. Экономическая эффективность инвестиций в ядерную энергетику.**

Понятие экономического эффекта и эффективности. Показатели и критерии экономической эффективности капиталовложений. Особенности расчетов экономической эффективности новой техники, изобретений, ращпредложений для АЭС. Методические рекомендации МАГАТЭ для оценки инвестиционных проектов АЭС. Методики организаций Росатома для оценки эффективности проектов АЭС. Современные программные средства оценки эффективности проектов АЭС: программные пакеты ENPEP и WASP; среда энергетического планирования MESSAGE. Тенденции совершенствования программных средств энергетического планирования.

## **Тема 11. Методология ИНПРО оценки ядерно-энергетических систем**

Устойчивое развитие и методология ИНПРО. Методика ИНПРО сравнительной оценки экономической эффективности проектов энергетических объектов. Оценка развития инфраструктуры для ввода в систему ядерных энергетических объектов. Оценка безопасности ядерных энергетических объектов и топливных циклов по методологии ИНПРО. Оценка окружающей среды, обращения с радиоактивными отходами, физической защиты ядерных объектов, противодействия распространению ядерных вооружений по методологии ИНПРО.



## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

| Номер раздела, темы, занятия | Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов  | Количество аудиторных часов |                                    |                      |   | Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.) | Литература    | Формы контроля знаний |
|------------------------------|---|-----------------------------|------------------------------------|----------------------|---|--|---------------|-----------------------|
|                              |   | лекции                      | практические (семинарские) занятия | лабораторные занятия | Управляемая самостоятельная работа студента |  |               |                       |
| 1                            | 2   | 3                           | 4                                  | 5                    | 6   | 7  | 8             | 9                     |
| <b>1</b>                     | <b>Введение</b>   | <b>4</b>                    |                                    |                      |   |  |               |                       |
| 1.1                          | Состояние и перспективы развития атомной энергетики в мире.   | 2                           |                                    |                      |   | Цифровой проектор  | [3, 9]        | выборочный контроль   |
| 1.2                          | Атомная энергетика в Беларуси: история и перспективы развития.  | 2                           |                                    |                      |   | Цифровой проектор  | [3]           | выборочный контроль   |
| <b>2</b>                     | <b>Топливо-энергетический комплекс.</b><br>Понятие топливо-энергетического комплекса (ТЭК). Структура ТЭК. ТЭК Республики Беларусь. Электроэнергетика Беларуси. | <b>2</b>                    |                                    |                      |   |  | [1– 6, 9, 2д] | выборочный контроль   |
| <b>3</b>                     | <b>Ядерный топливный цикл</b>   | <b>6</b>                    |                                    |                      | <b>1</b>                                    |  |               |                       |
| 3.1                          | Ядерное топливо и его особенности. Топливные циклы ядерной энергетики.  | 2                           |                                    |                      |   | Цифровой проектор  | [1– 6, 9, 1д] | выборочный контроль   |
| 3.2                          | Требования к ядерным топливным циклам (ЯТЦ). Инфраструктура ЯТЦ.  | 2                           |                                    |                      |   | Цифровой проектор  | [1– 6, 9, 1д] | выборочный контроль   |
| 3.3                          | Тенденции развития ЯТЦ.   | 2                           |                                    |                      | 1   | Цифро-   | [1– 6, 9, 1д] | Контроль-             |

| Номер раздела, темы, занятия | Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов  | Количество аудиторных часов |                                    |                      |   | Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.) | Литература | Формы контроля знаний       |
|------------------------------|---|-----------------------------|------------------------------------|----------------------|---|--|------------|-----------------------------|
|                              |   | лекции                      | практические (семинарские) занятия | лабораторные занятия | Управляемая самостоятельная работа студента |  |            |                             |
| 1                            | 2   | 3                           | 4                                  | 5                    | 6   | 7  | 8          | 9                           |
|                              |   |                             |                                    |                      |   | вой проектор   |            | ная работа №1 по темам 1– 3 |
| <b>4</b>                     | <b>Основные фонды в энергетике.</b><br>Экономическая сущность основных фондов и их классификация. Виды оценок основных фондов. Износ основных фондов. Оценка эффективности использования основных фондов. Производственные мощности АЭС.                    | <b>2</b>                    |                                    |                      |   | Цифровой проектор  | [1– 4, 1д] | выборочный контроль         |
| <b>5</b>                     | <b>Оборотные средства в энергетике.</b><br>Понятие, состав и структура оборотных средств. Нормирование оборотных средств. Основные направления улучшения использования оборотных средств.   | <b>2</b>                    |                                    |                      |   | Цифровой проектор  | [1– 4]     | выборочный контроль         |
| <b>6</b>                     | <b>Кадры, производительность труда, заработная плата в ядерной энергетике.</b><br>Состав и структура кадров АЭС. Производительность труда. Зарботная плата, тарифная система. Формы и системы оплаты труда.   | <b>2</b>                    |                                    |                      |   | Цифровой проектор  | [1– 4]     | выборочный контроль         |
| <b>7</b>                     | <b>Себестоимость электроэнергии на АЭС.</b><br>Понятие издержек производства и себестоимости продукции. Классификация и состав издержек производства. Себестоимость электроэнергии и её составляющие. Затраты на ядерное топливо в структуре себестоимости. | <b>2</b>                    |                                    |                      |   | Цифровой проектор  | [1– 4]     | выборочный контроль         |

| Номер раздела, темы, занятия | Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов   | Количество аудиторных часов |                                    |                      |   | Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.) | Литература              | Формы контроля знаний               |
|------------------------------|--|-----------------------------|------------------------------------|----------------------|---|--|-------------------------|-------------------------------------|
|                              |  | лекции                      | практические (семинарские) занятия | лабораторные занятия | Управляемая самостоятельная работа студента |  |                         |                                     |
| 1                            | 2  | 3                           | 4                                  | 5                    | 6   | 7  | 8                       | 9                                   |
|                              | Укрупненный расчет себестоимости электроэнергии. Резервы снижения себестоимости электроэнергии.  |                             |                                    |                      |   |  |                         |                                     |
| <b>8</b>                     | <b>Ценообразование, доход, прибыль, рентабельность.</b> Понятие цены, виды цен, структура цен. Ценообразование в энергетике. Доход и прибыль предприятия. Рентабельность.  | <b>2</b>                    |                                    |                      | <b>1</b>                                    | Цифровой проектор  | [1– 4]                  | Контрольная работа №2 по темам 4– 8 |
| <b>9</b>                     | <b>Инвестиции в энергетике.</b> Понятие и сущность инвестиций. Капиталовложения и источники их финансирования. Капитальное строительство. Методы определения капитальных затрат.   | <b>2</b>                    |                                    |                      |   | Цифровой проектор  | [1– 4, 6, 8, 9, 3д– 8д] | выборочный контроль                 |
| <b>10</b>                    | <b>Экономическая эффективность инвестиций в ядерную энергетику.</b> Понятие экономического эффекта и эффективности. Показатели и критерии экономической эффективности капиталовложений. Особенности расчетов экономической эффективности новой техники, изобретений, рацпредложений для АЭС. Методические рекомендации МАГАТЭ для оценки инвестиционных проектов АЭС. Методики организаций Росатома для оценки эффективности проектов АЭС. Современные программные средства оценки эффективности проектов АЭС: программные пакеты ENPEP и WASP; среда энергетического пла- | <b>2</b>                    |                                    |                      |   | Цифровой проектор  | [1– 4, 6, 8, 9, 3д– 8д] | выборочный контроль                 |

| Номер раздела, темы, занятия | Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов  | Количество аудиторных часов |                                    |                      |   | Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.) | Литература     | Формы контроля знаний |
|------------------------------|---|-----------------------------|------------------------------------|----------------------|---|--|----------------|-----------------------|
|                              |   | лекции                      | практические (семинарские) занятия | лабораторные занятия | Управляемая самостоятельная работа студента |  |                |                       |
| 1                            | 2   | 3                           | 4                                  | 5                    | 6   | 7  | 8              | 9                     |
|                              | нирования MESSAGE. Тенденции совершенствования программных средств энергетического планирования.  |                             |                                    |                      |   |  |                |                       |
| <b>11</b>                    | <b>Методология ИНПРО оценки ядерно-энергетических систем.</b><br>Устойчивое развитие и методология ИНПРО. Методика ИНПРО сравнительной оценки экономической эффективности проектов энергетических объектов. Оценка развития инфраструктуры для ввода в систему ядерных энергетических объектов. Оценка безопасности ядерных энергетических объектов и топливных циклов по методологии ИНПРО. Оценка окружающей среды, обращения с радиоактивными отходами, физической защиты ядерных объектов, противодействия распространению ядерных вооружений по методологии ИНПРО. | <b>2</b>                    |                                    |                      | <b>4</b>                                    | Цифровой проектор  | [6– 9, 3д– 8д] | реферативная работа   |
|                              |   | <b>28</b>                   |                                    |                      | <b>6</b>                                    |  |                | <b>Зачет</b>          |

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень основной литературы

1. Синев, Н.М. Экономика ядерной энергетики: основы технологии и экономики производства ядерного топлива. Экономика АЭС. Учебное пособие / Н.М.Синев. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 480 с.
2. Зенова, И.М. Экономика ядерной энергетики: учеб. пособие / И.М. Зенова. – Севастополь: СНИЯЭиП, 2001. – 104 с.
3. Маргулова, Т.С. Атомные электрические станции: Учебник для вузов / Т.С.Маргулова. – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1994. – 360 с.
4. Рогалёв, Н.Д. Экономика энергетики: учеб. пособие для вузов / Н.Д. Рогалёв [и др.]; под ред. Н.Д. Рогалёва. – М.: Изд-во МЭИ, 2005. – 288 с.
5. Харитонов, В.В. Энергетика. Техничко-экономические основы: учеб. пособие / В.В.Харитонов. – М.: МИФИ, 2007. – 256 с.
6. Коровин, Ю.А. Современные проблемы ядерной энергетики: учеб. пособие / Ю.А.Коровин, В.М.Мурогов. – Обнинск: ИАТЭ, 2006. – 224 с.
7. Андрианов, А.А. Оптимизация систем ядерной энергетики в среде энергетического планирования MESSAGE / А.А.Андрианов [и др.]. – Обнинск ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2012. – 132 с.
8. INPRO Methodology for Sustainability Assessment of Nuclear Energy Systems: Infrastructure. INPRO Manual / IAEA Nuclear Energy Series, No NG-T-3.12. Vienna: IAEA, 2014. – 82 p.
9. Харитонов В.В. Аналитические модели истощения традиционных энергетических ресурсов и их влияние на перспективы ядерной энергетики: Монография / В.В. Харитонов, К.В. Кабашев, Р.Р. Маликов. – М.: НИЯУ МИФИ, 2016. – 96 с.

### Перечень дополнительной литературы

1. Болдырев, В.М. Экономика, организация и планирование на АЭС / В.М.Болдырев [и др.]. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 256 с.
2. Андрижевский, А.А. Энергосбережение и энергетический менеджмент. Учебное пособие / А.А.Андрижевский, В.И.Володин. – 2-е изд. испр. – Мн.: Высш. школа, 2005. – 294 с.
3. INPRO Assessment of the Planned Nuclear Energy System of Belarus. INPRO report, IAEA Tech Doc No 1716, Vienna: IAEA, 2015.
4. Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050 / 2015 Edition – Vienna: IAEA, 2015. – 58 p.
5. <https://www.iaea.org/pris/>.
6. <https://www.iaea.org/resources/databases/inis>
7. <https://www.iaea.org/russian/>.
8. <https://www.worldenergy.org/data>.

## **Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки**

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать контрольные работы и реферативную работу.

Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины.

Контрольные мероприятия проводятся в письменной форме. Оценка каждого из контрольных мероприятий проводится по десятибалльной шкале.

В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время.

Оценка текущей успеваемости –  $O_T$  – определяется как с средневзвешенное значение (с округлением до целого значения по общепринятым правилам) оценок, полученных за контрольные работы и реферат:  $O_T = (O_{KP-1} + O_{KP-2} + 2 \cdot O_{РЕФ})/4$ , где  $O_{KP-1}$  – оценка за контрольную работу № 1,  $O_{KP-2}$  – оценка за контрольную работу № 2,  $O_{РЕФ}$  – оценка за реферат. Для допуска к зачёту необходимо получить  $O_T$  минимум 4 (четыре).

Формой текущей аттестации по дисциплине «Экономика ядерной энергетики» учебным планом предусмотрен зачет.

Зачёт проводится в устной форме.

Оценка зачёта –  $O_3$  – выставляется по десятибалльной системе. Для получения оценки «зачтено», необходимо получить  $O_3$  минимум 4 (четыре).

Итоговая (рейтинговая оценка) –  $O_{И}$  – определяется как среднеарифметическое значение (с округлением до целого значения по общепринятым правилам) оценки текущей успеваемости и оценки зачёта:  $O_{И} = 0,5 \cdot O_T + 0,5 \cdot O_3$ .

Оценка «зачтено» выставляется в случае выполнения условия –  $O_{И}$  минимум 5 (пять).

В случае  $O_T$  9 (девять) или 10 (десять), оценка «зачтено» может быть выставлена по итогам текущей успеваемости («автоматом»).

### **Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов**

**Контрольная работа № 1** по темам 1– 3 учебно-методической карты учебной дисциплины.

**Контрольная работа № 2** по темам 4– 8 учебно-методической карты учебной дисциплины.

В рамках контрольной работы студент(-ка) письменно отвечает на 4– 5 вопросов, касающихся материала тем, выносимых на контрольную. Экзаменационные билеты предоставляются преподавателем.

Список вопросов (в формулировке, представленной в билетах) представляется преподавателем не позднее, чем за 10 дней до дня проведения контрольной работы.

Каждый из вопросов оценивается по десятибалльной шкале. Оценка за работу определяется как среднеарифметическое значение (с округлением до целого по обще принятым правилам) оценок за включённые в билет вопросы.

**Реферативная работа** по теме 11. Примерные темы рефератов представлены ниже – на странице 16.

### **Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины**

При организации образовательного процесса используются *практико-ориентированный подход* и *метод анализа конкретных ситуаций (кейс-метод)*.

Это предполагает освоение содержание образования через решения практических задач; приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности; ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры; использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций; приобретение студентом знаний и умений для решения практических задач; анализ ситуации, используя профессиональные знания, собственный опыт, дополнительную литературу и иные источники.

### **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся**

Основой методики организации самостоятельной работы студентов является предоставление студентам необходимой для работы информации, а также обеспечение регулярных консультаций преподавателя и периодичной отчетности по различным видам учебной и самостоятельной работы.

В открытом доступе для студентов размещается следующая информация: ● программа дисциплины с указанием основной и дополнительной литературы; ● график консультаций преподавателя; ● вопросы к зачету; ● сроки проведения контрольных мероприятий по различным видам учебной деятельности.

В случае необходимости, освоение части лекционного материала и материала лабораторных занятий по отдельным темам и в объеме, определяемым решением кафедры, может быть организовано с использованием информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и привлечением электронных средств обучения. Организация занятий с привлечением электронных средств обучения ведется с помощью образовательного портала Физического факультета БГУ [eduphys.bsu.by](http://eduphys.bsu.by).

### Примерные темы реферативных работ

1. Мировые тенденции развития атомной энергетики.
2. Инфраструктура ядерного топливного цикла.
3. Экономические требования к ядерному топливному циклу.
4. Методики организаций Росатома для оценки эффективности проектов АЭС.
5. Программный пакет ENPER: назначение, область применения, примеры решения задач.
6. Программный пакет WASP: назначение, область применения.
7. Прогнозирование энергопотребления с использованием пакета WASP. Модули LOADSY, FIXSYS и VARSYS.
8. Оптимизационные расчеты в пакете WASP: модули CONFYG, MERSIM и REPROBAT.
9. Среда энергетического планирования MESSAGE: назначение, область применения, структура.
10. Решение задач экономического планирования в среде MESSAGE применительно к экономике АЭС.
11. Методика ИНПРО сравнительной оценки экономической эффективности проектов энергетических объектов.
12. Оценка развития инфраструктуры для ввода в систему ядерных энергетических объектов.
13. Оценка безопасности ядерных энергетических объектов и топливных циклов по методологии ИНПРО.
14. Оценка окружающей среды по методологии ИНПРО.
15. Оценка деятельности по обращению с радиоактивными отходами по методологии ИНПРО.
16. Оценка физической защиты ядерных объектов, противодействия распространению ядерных вооружений по методологии ИНПРО.



## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

| Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование | Название кафедры        | Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)        |
|---|-------------------------|---|--|
| 1. Ядерные энергетические установки.                          | Кафедра ядерной физики. | Оставить содержание учебной дисциплины без изменения.   | Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол № 11 от 21.05.2020 г.) |
| 2. Атомные электростанции.                                    | Кафедра ядерной физики. | Оставить содержание учебной дисциплины без изменения.   | Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол № 11 от 21.05.2020 г.) |
| 3. Ядерная безопасность.                                      | Кафедра ядерной физики. | Оставить содержание учебной дисциплины без изменения.   | Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол № 11 от 21.05.2020 г.) |
| 4. Теплотехническое оборудование АЭС.                         | Кафедра ядерной физики. | Оставить содержание учебной дисциплины без изменения.   | Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол № 11 от 21.05.2020 г.) |

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

| №<br>№<br>ПП | Дополнения и изменения | Основание |
|--------------|------------------------|-----------|
|              |                        |           |

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании  
кафедры ядерной физики  
(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 202\_ г.)

Заведующий кафедрой  
ядерной физики  
к. ф.-м. н., доцент

\_\_\_\_\_ А.И. Тимощенко.

УТВЕРЖДАЮ  
Декан физического факультета  
к. ф.-м. н., доцент

\_\_\_\_\_ М.С. Тиванов.