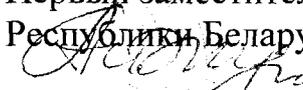


Министерство образования Республики Беларусь
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

 А.И. Жук

22.04.2013

Регистрационный № ТД- Б. 464 /тип.

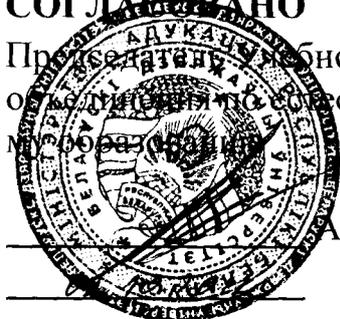
ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Типовая учебная программа
для учреждений высшего образования по специальности
1-31 04 01 Физика (по направлениям),
направлению специальности
1-31 04 01-05 Физика (ядерная физика и технологии)

СОГЛАСОВАНО

Президент Учебно-методического
объединения по естественнонаучно-

му образованию



 А.Л. Толстик

СОГЛАСОВАНО

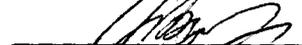
Начальник управления высшего и
среднего специального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

 С.И. Романюк

22.04.2013

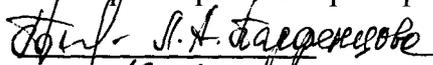
СОГЛАСОВАНО

Проректор по учебной
и воспитательной работе
Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

 В.И. Шупляк

18.01.2013

Эксперт-нормоконтролер

 С.А. Гаюренко

18.01.2013

Минск 2013

Воснован

2

1991-2012

СОСТАВИТЕЛЬ:

О.В. Семенович – старший научный сотрудник Государственного научного учреждения «Объединённый институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» Национальной академии наук Беларуси.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра ядерной и радиационной безопасности Учреждения образования «Международный государственный экологический университет им. А.Д. Сахарова»;

В.П. Колос – заместитель директора Республиканского научно-производственного унитарного предприятия «Институт энергетики Национальной академии наук Беларуси», доктор физико-математических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой ядерной физики физического факультета Белорусского государственного университета

(протокол № 8 от «12» апреля 2012 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета

(протокол № 5 от «28» мая 2012 г.);

Научно-методическим советом по физике Учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию

(протокол № 5 от «30» мая 2012 г.).

Ответственный за выпуск: О.В. Семенович

Пояснительная записка

Типовая учебная программа «Ядерная безопасность» разработана в соответствии с требованиями образовательного стандарта по направлению специальности 1-31 04 01-05 «Физика (ядерная физика и технологии)».

Целью изучения дисциплины «Ядерная безопасность» является усвоение студентами основных норм, положений и концепции, составляющих проблему безопасности атомных станций (АС) на современном этапе.

Основной задачей изучения дисциплины является формирование соответствующих современному уровню развития ядерной энергетики представлений, знаний, навыков позволяющих хорошо разбираться в сути понятия «безопасность АС». Понимать важность законодательной и нормативной баз для ее обеспечения, усвоить сложившиеся детерминистские и вероятностные подходы, критерии и принципы достижения приемлемого уровня безопасности, а также освоить такие элементы безопасности, как культура безопасности, обеспечение качества, человеческий фактор.

Курс рассчитан на знание студентами физических и теплогидравлических процессов на АС, технологических схем и режимов работы различного оборудования. На их базе в рамках курса проводится ознакомление с методами и способами выполнения требований по безопасности.

В результате изучения дисциплины «Ядерная безопасность» студент должен

знать:

- основы законодательной базы в области использования атомной энергии;
- принципы многоуровневой защиты;
- методы и средства обнаружения и контроля ядерных материалов;
- нормативно-правовую базу нераспространения;
- процессы образования радиоактивных отходов, способы транспортировки, захоронения и уничтожения радиоактивных отходов;
- основные составляющие проблемы безопасности АС;
- законы, постановления, приказы методические и нормативные материалы в области атомной энергии и радиационной безопасности;
- принципы обеспечения качества и культуры безопасности;
- принцип глубокоэшелонированной защиты;
- основы методов детерминистического и вероятностного анализа безопасности;

уметь:

- моделировать операции с ядерными материалами и обнаруживать их;
- обеспечивать контроль за ядерными материалами на всех этапах ядерного цикла;
- анализировать информацию, связанную с выбором площадки и проекта АС;
- анализировать информацию, связанную с изготовлением оборудования и сооружением АС, вводом её в эксплуатацию, эксплуатацией и снятием с эксплуатации;
- делать качественный анализ крупнейших аварий, случившихся на АС.

Настоящая дисциплина базируется на дисциплинах цикла естественно-научных дисциплин: «Теория вероятности и математическая статистика»; на дисциплинах цикла общепрофессиональных и специальных дисциплин: «Атомные электрические станции», «Физика ядерных реакторов», «Тепло-массоперенос в ядерно-энергетических установках».

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины «Ядерная безопасность», являются: элементы проблемного изложения, реализуемые на лекционных занятиях; элементы реализации творческого подхода, реализуемые в ходе семинаров и самостоятельной работы. В качестве одной из форм самостоятельной работы студентов целесообразно предложить подготовку студентом реферата (тема выбирается студентом из предложенного преподавателем перечня) с последующим выступлением (краткое сообщение) на семинаре.

Программа курса составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта. Типовым учебным планом на изучение дисциплины предусмотрено общее количество часов – 74, количество аудиторных часов – 44, из них: лекции – 28 часов, семинары – 16. Рекомендованная форма отчетности – зачёт.

Примерный тематический план

№ п/п	Название темы	Лекции	Семинары	Всего
1.	Проблемы обеспечения безопасности ядерного топливного цикла. Основные составляющие проблемы безопасности АС	2		2
2.	Система управления и регулирования безопасности использования ядерной энергии	2		2
3.	Система обеспечения качества и культуры безопасности	2		2
4.	Система нормативных документов в области использования ядерной энергии	2	2	4
5.	Принцип глубокоэшелонированной защиты	2		2
6.	Выбор площадки и проектирование АС	2		2
7.	Изготовление оборудования и сооружение АС.	2		2
8.	Ввод в эксплуатацию, эксплуатация, снятие с эксплуатации. Системы безопасности. Надёжность реакторной установки, её элементов и систем	2	4	6
9.	Обращение и хранение отработавшего топлива и радиоактивных отходов	2	2	4
10.	Нормы и правила радиационной безопасности	2		2
11.	Выход и распространение радиоактивных продуктов	2		2
12.	Детерминистический и вероятностный анализ безопасности	2	2	4
13.	Средства детерминистического и вероятностного анализа безопасности	2	4	6
14.	Управление авариями. Качественный анализ аварии. Анализ крупнейших аварий на АЭС	2	2	4
	Итого	28	16	44

Содержание учебного материала

1. Проблемы обеспечения безопасности ядерного топливного цикла. Основные составляющие проблемы безопасности АС. Субъективное и объективное понятия «безопасность». Возможные определения понятия «безопасность АС». Участники процесса использования атомной энергии. Основные составляющие проблемы обеспечения безопасности АС.

2. Система управления и регулирования безопасности использования ядерной энергии. Законодательная база и роль правительства. Органы государственного управления использованием атомной энергии. Эксплуатирующая организация. Регулирующий орган.

3. Система обеспечения качества и культуры безопасности. Деятельность по обеспечению качества. Общая система обеспечения качества в атомной энергетике. Понятие «культура безопасности». Показатели культуры безопасности.

4. Система нормативных документов в области использования ядерной энергии. Структура системы правовых и нормативных документов. Рекомендации и требования МАГАТЭ в области ядерной безопасности. Законодательная и нормативно-правовая база Республики Беларусь в области использования атомной энергии, ядерной и радиационной безопасности.

5. Принцип глубоководной защиты. Физические барьеры на пути выхода радиоактивных продуктов. Защита барьеров. Самозащищённость, внутренне присущая безопасность. Принцип глубоководной защиты. Уровни глубоководной защиты.

6. Выбор площадки и проектирование АС. Понятие площадки АС и связанных с ней факторов. Общие критерии выбора площадки АС. Факторы, учитываемые при выборе площадки АС. Возможное влияние АС на окружающую территорию. Параметры воздействия на АС в случае падения самолета. Общие требования проектирования АС. Требования к активной зоне. Требования к первому контуру. Требования к системам управления технологическими процессами.

7. Изготовление оборудования и сооружение АС. Общий подход. Классификация систем и элементов АС. Классификация оборудования, работающего под давлением. Требования к конструированию и материалам. Испытания на прочность и плотность. Контроль состояния металла.

8. Ввод в эксплуатацию, эксплуатация, снятие с эксплуатации. Системы безопасности. Надёжность реакторной установки, её элементов и систем. Ввод в эксплуатацию. Эксплуатация. Снятие энергоблока с эксплуатации. Функции системы безопасности. Классификация систем безопасности. Защитные, локализирующие, обеспечивающие и управляющие системы безопасности. Количественные показатели безопасности. Комплексность свойств надёжности. Безотказность систем реакторной установки. Показатели надёжности систем безопасности. Повышение безотказности элементов. Структурное резервирование. Роль свойства самозащищённости реакторной установки. Отказы по общей причине. Восстановление работоспособности элементов и систем безопасности.

9. Обращение и хранение отработавшего топлива и радиоактивных отходов. Проблема хранения отработавшего топлива. Проблемы обращения с радиоактивными отходами. Вопросы безопасности и международное регулирование.

10. Нормы и правила радиационной безопасности. Закон с радиационной безопасностью населения. Основные принципы и мероприятия обеспечения радиационной безопасности. Нормы радиационной безопасности при нормальной эксплуатации АС. Требования по ограничению облучения населения в условиях радиационной аварии. Критерии обеспечения радиационной безопасности для АС.

11. Выход и распространение радиоактивных продуктов. Количество, состав и свойства радиоактивных продуктов в реакторе. Распространение радиоактивных продуктов через барьеры. Распространение радиоактивных продуктов в атмосфере. Радиационное воздействие на человека в результате прохождения радиоактивного облака.

12. Детерминистский и вероятностный анализ безопасности. Общие положения детерминистского анализа безопасности. Основные определения в рамках детерминистского подхода. Основные критерии и принципы обеспечения безопасности АС. Предполагаемые и реализуемые цели использования вероятностного анализа безопасности. Основные этапы методологии вероятностного анализа безопасности. Некоторые характерные причины повреждения активной зоны и соответствующие вероятности.

13. Средства детерминистского и вероятностного анализа безопасности. Современные компьютерные коды, используемые в практике детер-

министского анализа: классификация, методология применения, опыт верификации и эксплуатации. Современные теплогидравлические системные реалистические коды Компьютерные коды, используемые в практике вероятностного анализа.

14. Управление авариями. Качественный анализ аварии. Анализ крупнейших аварий на АЭС. Состояние атомной станции: нормальная эксплуатация, аварийная ситуация, проектные аварии, запроектные аварии. Международная шкала происшествий на АС. Аварии на АЭС ТМ1 (США), ЧАЭС (СССР), Fukushima (Япония).

Информационно-методическая часть

Перечень рекомендуемых средств диагностики

- Семинар.
- Контрольная работа.
- Подготовка реферата и выступление с кратким сообщением.
- Обсуждение рефератов и сообщений (дискуссия).

Рекомендуемые темы семинаров

1. Система нормативных документов Республики Беларусь в области использования атомной энергии.
2. Защитные, локализирующие, обеспечивающие и управляющие системы безопасности. Количественные показатели безопасности.
3. Повышение безотказности элементов. Роль свойства самозащищённости реакторной установки.
4. Отработавшее топливо: проблемы хранения, переработки и захоронения; возможные пути решения.
5. Методы и средства детерминистического и вероятностного анализа.
6. Современные теплогидравлические системные реалистические коды.
7. Современные компьютерные коды для моделирования тяжёлых аварий.
8. Аварии на АЭС ТМ1 (США), ЧАЭС (СССР), Fukushima (Япония).

Рекомендуемые темы контрольных работ

1. Материал разделов 1–4.
2. Материал разделов 5–8.
3. Материал разделов 9–11.
4. Материал разделов 12–13.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Ковалевич, О.М. Основы обеспечения безопасности атомных станций: Учеб. пособие для вузов / О.М. Ковалевич. – М.: Изд-во МЭИ, 1999. – 136 с.
2. Солонин, В.И. Безопасность и надёжность реакторных установок / В.И. Солонин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1996. – 80 с.
3. Использование атомной энергии, ядерная и радиационная безопасность: Сб. нормативных правовых актов: в 2 ч. – Минск: Институт радиологии. – Ч.1. – 2010. – 344 с.
4. Использование атомной энергии, ядерная и радиационная безопасность: Сб. нормативных правовых актов: в 2 ч. – Минск: Институт радиологии. – Ч.2. – 2010. – 353 с.
5. Самойлов, О.Б. Безопасность ядерных энергетических установок: Учеб. пособие для вузов / О.Б. Самойлов, Г.Б. Усынин, А.М. Бахметьев. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 280 с.
6. Швыряев, Ю.В. Вероятностный анализ безопасности атомных станций. Методы выполнения / Ю.В. Швыряев. – М.: ИАЭ им. И.В. Курчатова, 1992. – 266 с.
7. Скачек, М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС: Учебное пособие для вузов / М.А. Скачек. – М.: Изд. дом МЭИ, 2007. – 648 с.

Дополнительная

1. Материалы серии норм МАГАТЭ по безопасности.
2. Бахметьев, А.М. Методы оценки и обеспечения безопасности ЯЭУ / А.М. Бахметьев, О.Б. Самойлов, Г.Б. Усынин. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 136 с.
3. Логвинов, С.А. Экспериментальное обоснование теплогидродинамической надёжности реакторов ВВЭР / С.А. Логвинов, Ю.А. Безруков, Ю.Г. Драгунов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 255 с.
4. Кузнецов, Ю.Н. Теплообмен в проблеме безопасности ядерных реакторов / Ю.Н. Кузнецов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 296 с.