



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

Школа естественных наук

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Школы  
естественных наук  
Тананаев И.Г.  
«11» ноября 2019 г.



## **ПРОГРАММА**

**Государственной итоговой аттестации**

### **СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

**специализация**

**Ядерная и радиационная безопасность на объектах использования ядерной энергии**

Квалификация выпускника – инженер

Форма обучения: *очная*

Нормативный срок освоения программы  
(очная форма обучения) *5,5 лет*

Владивосток  
2019

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
Программы государственной итоговой аттестации

По специальности

18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики  
Специализация: Ядерная и радиационная безопасность на объектах  
использования ядерной энергии

Программа государственной итоговой аттестации составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 октября 2016 г. № 1291.

Рассмотрена и утверждена на заседании УС Школы естественных наук «21» июня 2019 г. (протокол № 67-02-04/05)

Рассмотрена и утверждена на заседании УС Школы естественных наук «21» июня 2019 г. (протокол № 67-02-04/05)

Руководитель образовательной программы к.х.н., доцент кафедры химических и ресурсосберегающих технологий

  
\_\_\_\_\_

Патрушева О.В.

подпись

И.о. заместителя директора Школы естественных наук по учебной и воспитательной работе

  
\_\_\_\_\_

Красицкая С.Г.

подпись

## Пояснительная записка

Программа разработана в соответствии с требованиями:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», квалификация «специалист»), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 октября 2016 года № 1291;

- приказа Минобрнауки Российской Федерации от 29.06.2015 г. № 636 «О порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета и программ магистратуры»;

- положению о государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета, магистратуры федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет», утвержденному приказом ДВФУ от 24.05.2019 № 12-13-1039.

**Область профессиональной деятельности выпускников**, освоивших программу по специальности 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики» включает:

- разработку, проектирование и эксплуатацию технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ядерно-топливного цикла (ЯТЦ) атомной энергетики из природного и техногенного сырья, переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ и радиоактивных отходов (РАО)), разделение изотопов легких элементов и их применения;

- исследование радиационной устойчивости материалов и радиационно-химических процессов в теплоносителях ядерных энергетических установок (ЯЭУ);

- разработку и эксплуатацию методов аналитического контроля и радиационной безопасности на объектах, связанных с использованием атомной энергии.

**Виды профессиональной деятельности в соответствии с направленностью программы по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики:**

- производственно-технологическая;
- научно-исследовательская;
- организационно-управленческая.

Выпускник, освоивший программу по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, должен быть готов решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами деятельности:

**производственно-технологическая деятельность:**

осуществление технологического процесса в соответствии с требованиями технологического процесса в соответствии с требованиями технологического регламента;

организация и осуществление входного контроля сырья и материалов, используемых в технологии материалов современной энергетики, изотопно чистых веществ, их соединений;

обеспечение эффективного использования в технологическом процессе оборудования, сырья и вспомогательных материалов;

наладка и эксплуатация машин и аппаратов для осуществления технологических процессов;

освоение и ввод в эксплуатацию новых технологических процессов и оборудования;

проведения экологического и радиационного мониторинга;

обеспечение мероприятий по дезактивации технологического оборудования и производственных прилегающих территорий;

обеспечение радиационной безопасности;

**научно-исследовательская деятельность:**

разработка планов, программ и методик проведения исследований материалов и технологических процессов, являющихся объектами профессиональной деятельности;

проведение экспериментальных исследований в области технологии материалов современной энергетики;

изучение изменения свойств материалов по действием интенсивных радиационных излучений;

создание теоретических моделей для прогнозирования свойств материалов современной энергетики;

моделирование и оптимизация производственных установок и технологических схем;

анализ научно-технической литературы и проведение патентного поиска;

составление научно-технических отчетов и аналитических обзоров литературы;

**организационно-управленческая деятельность:**

организация работы коллектива в условиях действующего производства и обеспечение бесперебойного осуществления технологического процесса;

осуществление технического контроля в производстве материалов современной энергетики;

разработка мероприятий по экономии сырья и энергетических ресурсов;

проведение технико-экономического анализа производства;

организация и проведение обучения персонала.

В результате освоения образовательной программы выпускник по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, в соответствии с целями основной образовательной программы и задачами профессиональной деятельности, в результате освоения данной

ОПОП должен обладать следующими **общекультурными компетенциями (ОК):**

способностью представить современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры (ОК-1),

способностью к анализу социально значимых процессов и явлений, к ответственному участию в политической жизни (ОК-2),

способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции, способности интегрироваться в современное общество (ОК-3),

способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке целей и выбору путей её достижения (ОК-4);

готовностью свободно пользоваться литературной и деловой письменной и устной речью на русском языке, способностью в письменной и устной речи правильно (логично) оформить результаты мышления (ОК-5);

способностью к профессиональному общению на иностранном языке, к получению информации из зарубежных источников (ОК-6);

способностью к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-7);

способностью находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовностью нести за них ответственность (ОК-8);

способностью использовать нормативные правовые акты в своей профессиональной деятельности, способностью и готовностью к соблюдению прав и обязанностей гражданина (ОК-9);

способностью к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций (ОК-10);

готовностью критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков (ОК-11);

способностью работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК-12);

пониманием роли охраны окружающей среды и рационального природопользования и для развития и сохранения цивилизации (ОК-13);

способностью использовать методы и средства физической культуры для укрепления здоровья и достижения должного уровня полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-14).

Выпускник, освоивший программу по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, должен обладать следующими **обще профессиональными компетенциями (ОПК)**:

способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2);

способностью к использованию методов математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, к проведению теоретического анализа и экспериментальной проверке адекватности модели (ОПК-3);

способностью работать с научно-технической и патентной литературой и использовать полученную информацию при осуществлении своей профессиональной деятельности (ОПК-4);

пониманием значения информации в современном мире и способностью решать задачи профессиональной деятельности с применением информационных технологий с учетом основных требований информационной

безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-5).

Выпускник, освоивший программу по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, должен обладать следующими **профессиональными компетенциями (ПК)**, в соответствии с видами деятельности:

**в производственно-технологической деятельности:**

способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);

способностью к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2);

способностью анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);

способностью принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);

способностью к анализу систем автоматизации производства и разработке мероприятий по их совершенствованию (ПК-5);

способностью проводить радиометрические и дозиметрические измерения и корректно обрабатывать экспериментальные данные (ПК-6);

способностью обеспечить безопасное проведение работы с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения (ПК-7);

умением использовать действующие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности (ПК-8);

**в научно-исследовательской деятельности:**

способностью к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых за-



дач (ПК-9);

способностью самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10);

способностью самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-11);

способностью представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12);

**в организационно-управленческой деятельности:**

способностью к организации работы подчиненных (ПК-13);

способностью к оценке последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации (ПК-14);

способностью управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15);

способностью к использованию современных систем управления качеством применительно к конкретным условиям производства на основе международных стандартов (ПК-16);

способностью к составлению и анализу бизнес-планов разработки и внедрения новых технологий производства и обращения с объектами профессиональной деятельности, выпуска и реализации конкурентоспособной продукции (ПК-17);

**профессионально-специализированными:**

способностью анализировать ситуацию и разрабатывать мероприятия по обеспечению ядерной безопасности при проведении технологических

процессов с растворами, содержащими делаящиеся материалы (ПСК-6.1);  
 способностью разработать и провести мероприятия по радиационной безопасности производственного персонала и населения (ПСК-6.2).

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Описание шкалы оценивания представлено ниже в табличной форме:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОК-1 способностью представить современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры	знает (пороговый уровень)	основные философские течения в области картины устройства мира, естественнонаучные, математические законы	свободно и четко выражает свои мысли, способен к конструктивному диалогу свободно апеллируя философскими терминами	способность перечислить основные современные философские течения в области естествознания; способность сформулировать основные естественнонаучные законы
	умеет (продвинутый)	грамотно сформулировать свои мировоззренческие позиции	умение конструктивно отстаивать свою точку зрения аргументируя базовыми философскими понятиями	способность грамотно сформулировать цели и задачи научно-исследовательской работы, глубокая проработка и доказательность полученных выводов с использованием современных философских знаний
	владеет (высокий)	основными философскими знаниями для формирования мировоззренческой позиции; основными естественнонаучными знаниями	умение свободно апеллирует философскими и естественнонаучными понятиями и терминами	способность свободно владеть базовой философской и естественнонаучной терминологией для доказательства собственных выводов из заключенных выводов для ориентации в ценностях бытия, жизни, культуры
ОК-2 способностью к анализу социально значимых процессов и явлений, к ответственному участию в политической жизни	знает (пороговый уровень)	основные компоненты социальной и политической структуры общества и основные тенденции ее формирования; особенности социальной стратификации современного российского общества	Знание определенных основных понятий предметной области исследования	способность сформулировать основные положения политической и социальной наук; пояснить сущность и содержание политики; основные тенденции формирования политической и социальной структуры общества
	умеет (продвинутый)	определять профиль социальной стратификации, выявлять актуальные проблемы общественной жизни в социальной и политической сфере	умение применять понятийно-категориальный аппарат, основные законы гуманитарных и социальных наук в профессиональной деятельности, корректно ис-	способность в рассуждениях использовать категориальный аппарат, политической и социальной науки в том числе профессиональную лексику; обозначить основные политические процессы общества, в том числе международные,

			пользовать в своей деятельности профессиональную лексику; – разбираться в политических процессах общества, международной политической жизни, геополитической обстановке, политическом процессе в России, ее месте и статусе в современном политическом мире.	пояснить место России, и ее статус в современном политическом мире
	владеет (высокий)	навыками целостного подхода к анализу проблем общества; навыками исследования социальных проблем различных сфер жизни общества; навыками количественной и качественной оценки уровня социального благополучия населения	владеет навыками целостного подхода к анализу проблем общества	способность проанализировать конкретную социальную и политическую проблему применяя системный подход
ОК-3 способностью анализировать основные этапы и закономерности развития общества для формирования гражданской позиции, способности интегрироваться в современное общество	знает (пороговый уровень)	закономерности и этапы исторического процесса, основные исторические факты, даты, события и имена исторических деятелей России; основные события и процессы отечественной истории в контексте мировой истории	способен использовать знания об основных этапах формирования исторического прошлого России	способность иметь собственную гражданскую позицию опираясь на опыт и историческое прошлое страны
	умеет (продвинутый)	критически воспринимать, анализировать и оценивать историческую информацию, факторы и механизмы исторических изменений	умение давать оценку исторической информации используя базовые знания о развитии общества	способность критически воспринимать и анализировать историческую информацию с учетом исторических фактов при формировании гражданской позиции; анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции
	владеет (высокий)	навыками анализа причинно-следственных связей в развитии российского государства и общества; места человека	владение навыками анализа причинно-следственных связей в развитии российского государства и общества для отстаивания своей	способность применять навыки анализа причинно-следственных связей при оценке места человека в историческом процессе и сохранению историческому наследию и культурным традициям Рос-

		в историческом процессе и политической организации общества; навыками уважительного и бережного отношения к историческому наследию и культурным традициям России	гражданской позиции	сии
ОК-4 способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке целей и выбору путей её достижения	знает (пороговый уровень)	основные особенности и методологические основы научного метода познания и творчества, модели анализа прикладных информационных процессов и систем	воспроизводить и объяснять учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты	способность показать базовые знания и основные умения в использовании: - анализа прикладных информационных процессов и систем
	умеет (продвинутый)	применять современные методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	выполнять типичные задачи по обобщению, анализу информации	способность применить знания и практические умения в задачах, связанных с выбором и обоснованием восприятию информации, постановке целей и выбору путей её достижения
	владеет (высокий)	инструментальными средствами моделирования информационных процессов и систем	решать усложненные задачи в нетипичных ситуациях на основе приобретенных знаний, умений и навыков	способность применить фактическое и теоретическое знание, практические умения по разработке проектных материалов в профессиональной области
ОК-5 готовностью свободно пользоваться литературной и деловой письменной и устной речью на русском языке, способностью в письменной и устной речи правильно (логично) оформить результаты мышления	знает (пороговый уровень)	нормы литературного языка	знание норм литературного языка	способность пользоваться всему нормами литературного языка, знание правил.
	умеет (продвинутый)	отбирать для эффективной коммуникации языковые средства, соответствующие фонетическим, лексическим, морфологическим, синтаксическим и стилистическим нормам современного русского литературного языка на всех уровнях языковой структуры	умение отбирать эффективные коммуникативные языковые средства.	способность отбирать языковые средства, соответствующие фонетическим, лексическим, морфологическим, синтаксическим и стилистическим нормам современного русского литературного языка в написании рукописей научных докладов, выступлении и ведении дискуссии в процессе защиты ВКР.
	владеет (высокий)	навыками применения полученных теоретических знаний в реальной коммуникации, навыками	владение навыками применения теоретических знаний в реальной коммуникации, навыками составления и ана-	способность к составлению обзора, формулировки понятий и определений, коммуникации во время дискуссии.

		ми составления и анализа текстов различных языковых стилей и жанров	лиза текстов различных языковых стилей и жанров	
ОК-6 способностью к профессиональному общению на иностранном языке, к получению информации из зарубежных источников	знает (пороговый уровень)	иностранному языку в объеме, необходимом для получения профессиональной информации из зарубежных источников и элементарного общения на общем и деловом уровне; лексический минимум в объеме, необходимом для работы с литературой и взаимодействия на иностранном языке, универсальные грамматические категории и категории, отсутствующие в родном языке	знание иностранного языка в объеме, необходимом для получения профессиональной информации из зарубежных источников и элементарного общения на общем и деловом уровне	способность показать знание иностранного языка в объеме, необходимом для минимального общения; способность продемонстрировать лексический минимум в объеме, необходимом для работы с литературой и взаимодействия на иностранном языке, способность использовать универсальные грамматические категории и категории, отсутствующие в родном языке
	умеет (продвинутый)	использовать иностранный язык в межличностном общении и деловой коммуникации; вести письменное общение на иностранном языке, составлять деловые письма	умение использовать иностранный язык в межличностном общении и деловой коммуникации; вести письменное общение на иностранном языке, составлять деловые письма	способность продемонстрировать умение коммуникации на иностранном языке в профессиональной сфере; способность использовать навыки письменного использования языка при работе с иностранной литературой, написании обзора и научных статей.
	владеет (высокий)	иностранному языку в объеме, необходимом для работы с иностранной литературой, навыками перевода текстов профессиональной направленности; навыками выражения своих мыслей и мнения в межличностном, деловом общении на иностранном языке	владение иностранным языком в объеме, необходимом для работы с иностранной литературой,	способность к переводу текстов профессиональной направленности; способность продемонстрировать навыки выражения своих мыслей и мнения в межличностном, деловом общении на иностранном языке
ОК-7 способностью к кооперации с коллегами, работе в коллективе	знает (пороговый уровень)	способы работы в коллективе; принципы толерантности; профессиональные и культурные различия	знает общую информацию о способах работы коллектива и профессиональные и культурными различиями в обществе	способность использовать знания о работе коллектива; профессиональных и культурных различиях при общении с представителями разных конфессий и слоев общества

	умеет (продвинутый)	работать в коллективе с конфессиональными и культурными различиями	умение не испытывать затруднения при общении в работе с коллективом с конфессиональными и культурными различиями	способность использовать способы коллективной работы в группах людей с конфессиональными и культурными различиями
	владеет (высокий)	основной информацией об конфессиональных и культурных различиях	владение способом общения с людьми разных конфессий и культурных различий	способность успешно работать и адаптироваться в межнациональном коллективе, используя навыки работы с людьми разных социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий
ОК-8 способностью находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовностью нести за них ответственность	знает (пороговый уровень)	этические и правовые нормы, установленные в профессиональной сфере деятельности	знание этических и правовых норм, установленных в профессиональной сфере деятельности	способность показать знание этических и правовых норм, установленных в профессиональной сфере деятельности
	умеет (продвинутый)	ответственно относиться к своим профессиональным обязанностям в соответствии с полученными знаниями	умение ответственно относиться к своим профессиональным обязанностям в соответствии с полученными знаниями	способность ответственно относиться к своим профессиональным обязанностям в соответствии с полученными знаниями, с учетом всех требований и с готовностью отвечать за результат
	владеет (высокий)	необходимыми знаниями, навыками и умениями для принятия ответственных решений в профессиональной деятельности	владение необходимыми знаниями, навыками и умениями для принятия ответственных решений в профессиональной деятельности	способность продемонстрировать высокое владение профессиональными навыками; способен осуществлять профессиональную деятельность и принимать ответственные решения
ОК-9 способностью использовать нормативные правовые акты в своей профессиональной деятельности, способностью и готовностью к соблюдению прав и обязанностей гражданина	знает (пороговый уровень)	нормативно-правовых актов в Российской Федерации	знание системы нормативно-правовых актов в Российской Федерации	способность ориентироваться в системе нормативно-правовых актов в Российской Федерации
	умеет (продвинутый)	использовать нормативно-правовые акты в своей деятельности	умение использовать нормативно-правовые акты в своей деятельности	способность использовать нормативно-правовые акты в своей деятельности
	владеет (высокий)	практическими навыками применения нормативно-правовых актов при решении профессиональных задач	владение практическими навыками применения нормативно-правовых актов в профессиональной отрасли	способность грамотно применять нормативно-правовые акты при решении профессиональных задач
ОК-10 способностью к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способностью самостоятельно применять методы и	знает (пороговый уровень)	основные источники и информационные ресурсы в различных областях знаний, помогающие самоорганизации и самообразованию	знание определений основных понятий, сущности основных явлений и процессов анализа, восприятия информации необходимой для самоорганизации и само-	способность дать определение терминам и основным понятиям предметной области изучения; выделить основные этапы постановки цели

<p>средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций</p>		<p>современные методы экономического, социального, математического анализа</p>	<p>образованию</p>	
	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>применять методы современных гуманитарных, естественнонаучных и инженерных наук в своей профессиональной деятельности для самоорганизации и самообразования</p>	<p>умение самостоятельно поставить цель анализа</p>	<p>способность самостоятельно проанализировать информацию и оценить разные подходы к выбору путей достижения цели.</p>
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>навыками самостоятельного применения методов и средств познания в различных областях</p>	<p>владение методами анализа, обобщения и восприятия информации</p>	<p>самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук</p>
<p>ОК-11 готовностью критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков</p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>психологическую основу анализа личности и личностных качеств; нравственные основы саморазвития; сновные тенденции нравственных и социокультурных изменений в обществе</p>	<p>Знание сущности, содержания и формы психологических и социокультурных процессов в мире и в современной России, Личностное измерение социо-культурных изменений.</p>	<p>способность сформулировать основную терминология в области социальной антропологии и психологии человека; мировоззренческих и нравственно-духовных основ становления человека в социокультурной среде.</p>
	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности</p>	<p>умеет гуманитарно, толерантно воспринимать социальные и культурные различия, транспарентно осуществлять психологический и социологический анализ.</p>	<p>способность выстраивать и реализовывать перспективные линии личностного, интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития</p>
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>развитым внутренним локусом контроля, чувством социальной и нравственной ответственности человека перед собой и обществом.</p>	<p>навыками межличностной и межкультурной коммуникации, основанными на уважении к индивидуальным, личностным, а также национальным и культурным различиям.</p>	<p>способность владеть развитым когнитивным, метакогнитивным, интенциональным контролем, нравственным, духовным контролем и мировоззренческой рефлексией.</p>

ОК-12 способностью работать с информацией в глобальных компьютерных сетях	знает (пороговый уровень)	современные технические средства получения, обработки, хранения и передачи информации, основные направления их развития; методы структурирования библиотек файлов, содержащих различную информацию	знает средства и технологии хранения и обработки информации	Способность перечислить поисковые системы, методы структурирования библиотек файлов
	умеет (продвинутый)	проводить поиск необходимой информации в глобальных компьютерных сетях	умеет работать с поисковыми системами глобальных компьютерных сетей	способность сформулировать ключевые слова для поиска информации
	владеет (высокий)	навыками получения информации в глобальных компьютерных сетях с помощью современных компьютерных технологий	владение методами поиска информации в глобальных компьютерных сетях	Способность находить, обрабатывать и обобщать информацию ( профессиональную, научно-техническую, гуманитарных и общественных наук и др.), найденную в глобальных компьютерных сетях
ОК-13 пониманием роли охраны окружающей среды и рационального природопользования и для развития и сохранения цивилизации	знает (пороговый уровень)	основные антропогенные факторы, в том числе радиационные, влияющие на состояние атмосферы, гидросферы и литосферы; характеристики антропогенного воздействия на природные среды	знание особенностей химического состояния атмосферы, гидросферы и литосферы; знание глобальных антропогенных воздействий; знание основных трендов развития антропогенных воздействий	способность классифицировать химический состав основных природных сред; способность сформулировать глобальные антропогенные воздействия; способность охарактеризовать тенденции развития ухудшения качества атмосферы, гидросферы, биосферы
	умеет (продвинутый)	наблюдать за природными явлениями и делать выводы	выбирать из списка способов оптимальные для данного типа производств	способность выбирать методы и способы минимизации воздействия на окружающую среду из списка; способность правильно выбирать методы контроля за состоянием окружающей среды на производстве
	владеет (высокий)	специфическими методами экологии, радиоэкологии, радиационного мониторинга	навыками проведения мероприятий по получению данных	-способность выбрать необходимое и достаточное количество учетных площадок на местности; способность провести съёмку данных
ОК-14 способностью использовать методы и средства физической культуры для укрепления здоровья и достижения должного уровня полноценной соци-	знает (пороговый уровень)	общие теоретические аспекты о занятиях физической культурой, их роль и значение в формировании здорового образа жизни; - принципы и мето-	знание основных положений техники безопасности при занятиях плаванием и легкой атлетикой; основ техники основных двигательных действий в плавании и легкой	способность охарактеризовать основные положения техники безопасности при проведении занятий плаванием и легкой атлетикой; охарактеризовать технику основных средств и методов в плавании и легкой атлетике; оценить технику выполнения двигательного



альной и профессиональной деятельности		дику организации, судейства физкультурно-оздоровительных и спортивно-массовых мероприятий	атлетике; правил проведения соревнований по плаванию и легкой атлетике; основные положения организации спортивных соревнований	действия, указать ошибки и пути их исправления; указать на роль и значение средств физической культуры в формировании ЗОЖ; учитывать принципы и методику организации, судейства спортивно-массовых мероприятий при участии в соревнованиях, а также личном участии в их организации и судействе
	умеет (продвинутый)	самостоятельно выстраивать индивидуальную траекторию физкультурно-спортивных достижений; - использовать разнообразные средства и методы физической культуры для сохранения и укрепления здоровья, повышения работоспособности; использовать способы самоконтроля своего физического состояния; - работать в команде ради достижения общих и личных целей	умение использовать основные средства и методы легкой атлетики и плавания для индивидуального физического совершенствования, укрепления и поддержания здоровья и работоспособности; самостоятельно контролировать свое физическое состояние;	способность в зависимости от задач физической подготовки выбрать наиболее целесообразные средства плавания и легкой атлетики; демонстрировать технику основных двигательных действий в плавании и легкой атлетике без существенных ошибок; использовать способы самоконтроля физической подготовленности
	владеет (высокий)	разнообразными формами и видами физкультурной деятельности для организации здорового образа жизни; - способами самоконтроля индивидуальных показателей здоровья, физической подготовленности;	владение результативным и способами адаптации различных средств и методов плавания и легкой атлетики; способами самоконтроля физической подготовленности; опытом участия в соревнованиях; основными двигательными действиями базовых видов спорта, обеспечивающих сохранение и укрепление индивидуального здоровья.	способность адекватно оценить уровень физической подготовленности, оценить степень прогрессирувания; отобрать и систематизировать средства и метода легкой атлетики и плавания в зависимости от индивидуального уровня физической подготовленности и состояния здоровья; технически правильно демонстрировать двигательные действия базовых видов спорта.
ОПК-1 способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для реше-	знает (пороговый уровень)	основные законы естественнонаучных дисциплин	знание основных законов естественнонаучных дисциплин	способность описать фундаментальные законы естественнонаучных дисциплин, аппарат теоретического и экспериментального исследования

ния задач своей профессиональной деятельности	умеет (продвинутый)	использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа, моделирования	умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа	способность логически верно и аргументировано защищать результаты своих исследований.
	владеет (высокий)	основными методами решения задач в профессиональной деятельности	владение основными методами решения задач в профессиональной деятельности	способность свободно пользоваться основными законами естественнонаучных дисциплин, методами математического анализа, обработки и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.
ОПК-2 способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов	знает (пороговый уровень)	современное аналитическое и технологическое оборудование, требования к выбору метода и оборудования для исследования	знание современного оборудования для решения задач в профессиональной области	способность дать характеристику оборудованию и областям его применения
	умеет (продвинутый)	проводить физико-химический анализ выбрать метод анализа и прибор в зависимости от чувствительности метода	применить знания и практические умения в задачах, связанных с профессиональной эксплуатацией современного оборудования	способность выполнять типовые задачи на основе воспроизведения работы на приборе; обосновать выбор метода анализа и прибора
	владеет (высокий)	навыками работы на аналитическом оборудовании	решать сложные задачи в нетипичных ситуациях на основе приобретенных знаний, умений и навыков	способность применить фактическое и теоретическое знание, практические умения по работе на аналитическом оборудовании для анализа материалов и сред
ОПК-3 способностью к использованию методов математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, к проведению теоретического анализа и экспериментальной проверке адекватности модели	знает (пороговый уровень)	базовые модели химикотехнологических процессов в промышленности	знание основных способов решения экспериментальных и теоретических моделей	способен привести классификация основных способов решения экспериментальных и теоретических моделей, основные этапы решения экспериментальных и теоретических моделей, описать условия применимости и ограничения для каждого способа
	умеет (продвинутый)	анализировать технологический процесс с целью определения наиболее подходящей для описания математической модели	умение производить проверку адекватности составленных математических моделей	способен составить линейные и нелинейные математические модели, производить анализ и сравнение с экспериментальными данными, производить оценку адекватности модели по средним значениям откликов модели и системы и по дисперсиям отклонений откликов модели от среднего значения откликов систем

	владеет (высокий)	способностью обосновывать правильность выбранной модели решения профессиональной задачи, сопоставлять экспериментальные данные и теоретические решения	владение навыками самостоятельного выбора математической модели	способен самостоятельно изучать новые виды математических моделей, выбирать подходящую, грамотно обосновывать выбор, производить сравнение результатов математического и физического эксперимента
ОПК-4 способностью работать с научно-технической и патентной литературой и использовать полученную информацию при осуществлении своей профессиональной деятельности	знает (пороговый уровень)	методы поиска научно-технической информации в специализированных базах данных	знание иерархии и значимости научных публикаций, языка запросов основных поисковых систем, специализированных базах данных	способность правильно сформулировать поисковые запросы и выбрать более значимую публикацию согласно заданию
	умеет (продвинутый)	осуществлять поиск информации в специализированных электронных базах; выбрать научно-техническую информацию в соответствии с тематикой исследования с учетом как отечественного, так и зарубежного опыта структурировать научный материал в соответствии с требованиями различных форм представления результатов	знание основных методов поиска в электронных базах и отбора научной информации	способность провести поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации согласно заданию; обосновать выбор методик и средств решения научных задач
	владеет (высокий)	навыками самостоятельного поиска и изучения и анализа научной, технической и иной информации навыками применения методов теоретического, эмпирического исследования	знание методик поиска, отбора и анализа научной и патентной информации по заданным критериям	способность провести поиск патентов и научных статей согласно заданию и регламенту по теме исследования
ОПК-5 пониманием значения информации в современном мире и способностью решать задачи профессиональной деятельности с применением информационных технологий с учетом основных тре-	знает (пороговый уровень)	Классификация и анализ угроз информационной безопасности корпоративным системам.	Знание угроз ИБ и методов их анализа	Способность дать ответы на вопросы
	умеет (продвинутый)	Уровни защиты информации: правовой; организационный; аппаратно-программный;	умение использовать программы безопасности для ИС	способность использовать программы для решения поставленных задач

<p>бований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны</p>		криптографический		
	владеет (высокий)	Уровни защиты информации: правовой; организационный; аппаратно-программный; криптографический	Владение методами использования существующих инструментальных систем	Способность создавать системы защиты помощью существующих программных средств
<p>ПК-1 способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции</p>	знает (пороговый уровень)	основы теории процесса в химическом реакторе; регламент технологического процесса	знание основных технологические схемы основных химических производств, типов химических реакторов и условий их работы	способен объяснить технологические схемы, аппараты и закономерности производства продукции.
	умеет (продвинутый)	использовать технические средства для измерения параметров	умение применять основные естественнонаучные законы и закономерности для анализа работы химико-технологических систем	способен применять основные химико-технологические расчеты для анализа ХТС
	владеет (высокий)	методологией исследования процессов химического взаимодействия и явлений переноса на всех масштабных уровнях	владение методами анализа и обобщения результатов расчетов в области химии и химической технологии, методиками определения качества сырья и продукции	способен применять основные химико-технологические расчеты для анализа причин нарушений параметров технологического процесса, использовать технические средства для изменения параметров процесса и качества сырья и и продукции
<p>ПК-2 способностью к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расхода сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса</p>	знает (пороговый уровень)	методы и принципы обогащения сырья; основные виды ресурсов и способы их рационального использования; общие положения по выбору и разработке технологических схем; - регламент технологического процесса	знание основных принципов протекания производственных процессов в области химической технологии	Способность использовать основные приемы и средства энерго- и ресурсосбережения;  способность различать способы разработки технологических схем;  способность выявлять основные факторы, влияющие на протекание технологического процесса
	умеет (продвинутый)	-делать стехеометрические расчеты - делать расчеты баланса масс - делать расчет объема идеальных реак-	умение проводить основные производственные расчеты	Способность осуществлять расчеты массового, теплового балансов; расчет времени, селективности, производительности, выхода продукции; разработку норм выработки

		торов -делать расчет времени, селективности, производительности, выхода		и расходования сырья, проводить расчеты реакторов
	владеет (высокий)	-методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования -методами расчета и анализа процессов в химических реакторах определением технологических показателей процесса методами выбора химических реакторов.	владеет навыками определения оптимальных условий протекания технологического процесса	способность определять рациональные технологические режимы работы оборудования для совершенствования контроля технологического процесса; проводить расчеты технологического оборудования; подбирать химических реактор в соответствии с условиями протекания процесса
ПК-3 способностью анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию	знает (пороговый уровень)	технологические процессы	знание основных технологических процессов	способность привести основные приемы и средства химической технологии, перечислить энергоэффективные технологии в химических производствах
	умеет (продвинутый)	анализировать технологический процесс, выявлять недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию	умение рассматривать технологический процесс как систему элементов, выявлять недостатки и предлагать варианты его совершенствования	способен применять методы декомпозиции к технологическому процессу для разбиения его на отдельные элементы, устанавливать взаимосвязь элементов, находить «узкие места» технологической схемы, предлагать изменения
	владеет (высокий)	способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов	владение навыками анализа мероприятий и приемов по совершенствованию технологических процессов	способен выявлять и формулировать разработку мероприятий по эффективному использованию энергии и сырья
ПК-4 способностью принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиацион-	знает (пороговый уровень)	теоретические основы технологии очистки, обезвреживания, утилизация промышленных вы-	знание теоретических основ технологии очистки, обезвреживания, утилизация промышленных вы-	способность назвать основные технологии очистки, обезвреживания, утилизация промышленных выбросов в биосферу, способность выделить критерии для разработки нор-

ной безопасности и охраны окружающей среды		бросов в биосферу, принципы нормирования в области охраны окружающей среды	бросов в биосферу ; знание походов к разработке нормативов воздействия на окружающую среду	мативов
	умеет (продвинутый)	применять сведения об основных технологиях по производству продукции ; оценивать технологический процесс в соответствии с требованиями природоохранного законодательства	умение применять сведения об основных технологиях по производству продукции	способность использовать сведения об основных технологиях по производству продукции для предложения мер по защите окружающей среды, способность выбирать технологии с наименьшим антропогенным воздействием на окружающую среду
	владеет (высокий)	навыками анализа условий и причин возможности возникновения промышленного выброса от технологического оборудования	владение навыками анализа условий и причин возможности возникновения промышленного выброса от технологического оборудования	способность применять навыки анализа условий и причин возможности возникновения промышленного выброса от технологического оборудования
ПК-5 способностью к анализу систем автоматизации производства и разработке мероприятий по их совершенствованию	знает (пороговый уровень)	принципы работы электромагнитных устройств, электрических машин, источников питания.	знание численных порядков величин, характерных для различных разделов физики	способен описать фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики численные порядки величин, характерные для различных разделов физик
	умеет (продвинутый)	выбирать необходимые электрические устройства и машины применительно к конкретной задаче	умение работать на современном экспериментальном оборудовании; находить безразмерные параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины	способен получать в ходе экспериментов значения измеряемых величин, являющиеся, производить численные оценки по порядку величины
	владеет (высокий)	методами расчета электрических цепей	владение культурой постановки и моделирования физических и естественнонаучных задач	способен в совершенстве владеть основами безопасной работы с приборами и другим экспериментальным оборудованием
ПК-6 способностью проводить радиометрические и дозиметрические измерения и корректно обрабатывать экспериментальные данные	знает (пороговый уровень)	способы проведения радиометрических и дозиметрических измерений и корректной обработки экспериментальных данных	знание способов проведения радиометрических и дозиметрических измерений и корректной обработки экспериментальных данных	способность определять содержание и суть способов проведения радиометрических и дозиметрических измерений и корректной обработки экспериментальных данных
	умеет (продвинутый)	проводить основные виды радиометрические и дозиметрические измерения и кор-	умение вободно и уверено проводит радиометрические и дозиметрические измерения и кор-	способность к проведению радиометрических и дозиметрических измерений и корректная обработка экспериментальных данных

		ректно обрабаты- вать эксперимен- тальные данные	ректно обрабаты- вает эксперименталь- ные данные	
	владеет (высокий)	методами дози- метрического и радиометрическо- го контроля ра- диационной об- становки при проведении работ с радиоактивными веществами	свободно владеет методиками дози- метрического и радиометрического контроля радиаци- онной обстановки при проведении работ с радиоак- тивными веществ- вами	способность применить на практике методы дозиметри- ческого и радиометрического контроля радиационной об- становки при проведении работ с радиоактивными ве- ществами
ПК-7 способностью обеспечить безо- пасное проведение работы с использо- ванием радиоак- тивных веществ в открытом виде и оценивать полу- чаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облу- чения	знает (поро- говый уро- вень)	Способы обеспе- чения безопасного проведения работ с радиоактивными веществами	Знание способов обеспечения безо- пасного проведения работ с радиоак- тивными веществ- вами	Уверенно определяет содер- жание и суть способов обеспе- чения безопасного проведе- ния работ с радиоактивными веществами
	умеет (про- двинутый)	Оценивать дозу облучения персо- нала за счет внешнего и внут- реннего облуче- ния при проведе- нии работ с ра- диоактивными веществами	Свободно и увере- но оценивает дозы облучения персо- нала за счет внеш- него и внутреннего облучения при про- ведении работ с радиоактивными веществами	Свободное и уверенное ис- пользование основных мето- дов оценки доз внешнего и внутреннего облучения при проведении работ с радиоак- тивными веществами
	владеет (высокий)	Методиками до- зиметрического контроля	Владеет методика- ми дозиметриче- ского контроля	Способность применить на практике методики дозимет- рического контроля
ПК-8 умением использо- вать действующие нормативные до- кументы в области радиационной и ядерной безопа- сности	знает (поро- говый уро- вень)	основные законы, а также положе- ния действующих нормативных до- кументов в облас- ти радиационной безопасности и область их при- менения	Знание области применения и ос- новные положения действующих нор- мативных докумен- тов в области ра- диационной безо- пасности	Способность найти и проком- ментировать основные поло- жения действующих норма- тивных документов в области радиационной безопасности
	умеет (про- двинутый)	использовать по- ложения основ- ных норматив- ных документов в области радиаци- онной безопасно- сти для контроля выполнения тре- бований по безо- пасному проведе- нию работ с ис- точниками иони- зирующего излу- чения	умеет использовать положения основ- ных нормативных документов в об- ласти радиацион- ной безопасности для контроля вы- полнения требова- ний по безопасному проведению	способность использовать положения основных норма- тивных документов в области радиационной безопасности для контроля выполнения требований по безопасному проведению
	владеет (высокий)	методами анализа требований дей- ствующих норма- тивных докумен- тов в области ра- диационной безо- пасности	владеет методами анализа требований действующих нор- мативных докумен- тов в области ра- диационной безо- пасности	способность эффективно при- менять методы анализа требо- ваний действующих норма- тивных документов в области радиационной безопасности

ПК-9 способностью к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач	знает (пороговый уровень)	принципы организации и проведения научно-исследовательской работы процедуру планирования и проведения научных исследований (планы, программы исследований, техническое задание)	знания о принципах организации и проведения научно-исследовательской работы в профессиональной деятельности, требованиях к составлению плана, программы исследований, технического задания	способность сформулировать основные принципы самостоятельной и коллективной организации научно-исследовательской работы, перечислить основные подходы к составлению плана, программы исследований, технического задания
	умеет (продвинутый)	разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу	уверенное владение навыками разработки планов и программ проведения самостоятельных и коллективных научных исследований, и технических разработок; организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы	способность разрабатывать планы и программы проведения самостоятельных и коллективных научно-исследовательских работ способность организовывать и
	владеет (высокий)	навыками разработок заданий для исполнителей, планирования объемов и сроков их исполнения; навыками разработки планов и технических заданий для научных исследований	успешное применение навыков грамотной и обоснованной разработки заданий для исполнителей, планирования объемов и сроков их исполнения	способность применять на практике полученные навыки разработки заданий для исполнителей, планировать сроки проведения научных исследований в профессиональной сфере; проводить самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу в области химических технологий и разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок
ПК-10 способностью самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей	знает (пороговый уровень)	области применения современных методов физико-химического исследования технологических процессов и материалов современные методы и компьютерные технологии для поиска и первичной обработке научной и научно-технической информации программы для обработки данных	знание основных областей применения современных методов физико-химического исследования технологических процессов и материалов; способов использования основных и специализированных программ	способность назвать основные физико-химического исследования технологических процессов и материалов, назвать назначение и области использования основных и специализированных программ



	умеет (продвинутый)	планировать эксперимент с учетом возможности использования современных методов физико-химического исследования; проводить расчеты с использованием компьютерных программ, использовать специализированное программное обеспечение	умение использовать современные методы анализа графиков, схем и таблиц, обрабатывать получаемые данные	способность обработать данные согласно выданному заданию; осуществлять сопряжение научного оборудования с персональным компьютером при анализе объектов исследования
	владеет (высокий)	навыками применения методов статистической обработки результата эксперимента для решения конкретных задач навыками работы в специализированных программах	владение современными компьютерными средствами для исследования природных сред	способность применять современные компьютерные средства для исследования задач профессиональной области
ПК-11 готовностью использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности	знает (пороговый уровень)	основные технологии переработки отходов, методы оценки риска по обеспечению безопасности новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности	знает технологии переработки отходов, методы оценки рисков	способность сформулировать основные определения и перечислить мероприятия по оценке риска безопасности новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности
	умеет (продвинутый)	выбирать технологические схемы для реализации технологий переработки отработанного ядерного топлива различного типа; разрабатывать и проводить мероприятия по обеспечению безопасности технологий обращения с объектами профессиональной деятельности	умеет разрабатывать меры по обеспечению радиационной безопасности	Способность обосновать выбор технологии, и предложения по мероприятиям по обеспечению безопасности технологий обращения с объектами профессиональной деятельности
	владеет (высокий)	информацией об основных методах переработки радиоактивных отходов и границах	навыками оценки рисков и способность применять методы оценки рисков в целях	способность применять методы оценки рисков в целях обеспечения радиационной безопасности технологий обращения с объектами профес-

		их применимости; методами разработки мероприятий по обеспечению радиационной безопасности технологий обращения с объектами профессиональной деятельности	обеспечения радиационной безопасности	сиональной деятельности
ПК-12 способностью представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований	знает (пороговый уровень)	принципы корректного цитирования и правила оформления ссылок и цитат этические нормы при оформлении публикаций особенности составления и оформления научных текстов и научно-технических отчетов	воспроизводить и объяснять учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты	способность показать базовые знания и основные умения в использовании: - принципов корректного цитирования особенностей составления и оформления научных текстов для различных публикаций и научно-технических отчетов
	умеет (продвинутый)	оформить научную публикацию и научно-технический отчет в соответствии с требованиями различных форм представления результатов	выполнять типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов	способность применить знания и практические умения в задачах, связанных с оформлением научно-технических отчетов и подготовки публикации по результатам выполненных исследований
	владеет (высокий)	приемами и правилами написания научного текста в соответствии с требованиями для различных типов публикаций	приемами решения сложных задач на основе приобретенных знаний, умений и навыков	способность написать научно-технический отчет и подготовить публикации различного типа по результатам выполненных исследований
ПК-13 способностью к организации работы подчиненных	знает (пороговый уровень)	основы формирования механизмов разработки, принятия и исполнения управленческих решений	основы формирования механизмов разработки, принятия и исполнения управленческих решений	способностью перечислить механизмы разработки, принятия и исполнения управленческих решений и определения приоритетности выполняемых работ
	умеет (продвинутый)	обосновывать и количественно оценивать цели и задачи, выбирать оптимальные способы их достижения и исполнения; быть готовым нести социальную ответственность за результаты принимаемых решений	обосновывать цели и задачи, выбирать способы их достижения и исполнения;	способность обосновывать и количественно оценивать цели и задачи, выбирать оптимальные способы их достижения и исполнения; быть готовым нести социальную ответственность за результаты принимаемых решений

	владеет (высокий)	навыками оценивания социально-экономических результатов деятельности организации и ее отдельных подразделений, выявления резервов эффективности трудовых и производственных процессов	навыками оценивания социально-экономических результатов деятельности организации и ее отдельных подразделений,	способность объяснить социально-экономические результаты деятельности организации и ее отдельных подразделений, выявления резервов эффективности трудовых и производственных процессов
ПК-14 способностью к оценке последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации	знает (пороговый уровень)	методы оценки организационно-управленческих решений	знание основных принципов и методов управления, оценки последствий принимаемых решений, основные направления развития производства	способность к базовому анализу экономических и экологических управленческих задач в отрасли; к постановке целей экономического исследования; оценки хозяйственных перспектив технических решений в отрасли
	умеет (продвинутый)	проводить оценку инженерных и управленческих решений, включая оценку рисков;	умение проводить базовый анализ эффективности решений, анализ последствий управленческих решений	способность к самостоятельному анализу рыночных ситуаций, технического решения.; способность ранжировать экологические аспекты
	владеет (высокий)	способностью к оценке последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации	Владение методами экономического анализа на предприятии	способность к самостоятельному анализу экономического анализа инновационных решений на предприятии, способность выделить наиболее обоснованные направления
ПК-15 способностью управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка	знает (пороговый уровень)	основные технологические схемы, современное оборудование и методы организации современных технологических процессов; правовую и нормативно-техническую документацию; основные задачи в области управления качеством продукции	знание основных видов технологических процессов, задач и основной документации в области защиты окружающей среды и управления качеством продукции	способен привести классификацию технологических процессов, классификацию (вертикальную и горизонтальную) объекта управления, перечислить основные задачи в области управления качеством продукции
	умеет (продвинутый)	оптимизировать технологии, оборудование, современных технологических процессы; планировать организацию мероприятий и работ по обеспечению заданного уровня качества продукции на	умеет рассматривать технологический объект как объект управления для последующей оптимизации технологического процесса; работать с руководящей документацией по вопросам обеспечения качества выпускае-	способность выявить разделить технологический процесс на отдельные элементы, выявить управляющие факторы, использовать законодательство и руководящую документацию для оценки и планирования мероприятий в области природоохраны и обеспечения качества

		предприятию и по устранению возникающих дефектов	мой продукции	
	владеет (высокий)	навыками поиска «слабых» мест технологической схемы с целью последующей оптимизации, методами обеспечения уровня качества продукции на этапах от её проектирования до серийного производства на сложных технологических схемах	владеет навыками работы с технологической схемой как объектом управления для последующей оптимизации технологического процесса, методами обеспечения качества производимой продукции	способность разбить технологическую схему на объекты управления, синтезировать общую систему управления всем технологический процессом; способность применять методы обеспечения качества продукции для повышения эффективности производства
ПК-16 способностью к использованию современных систем управления качеством применительно к конкретным условиям производства на основе международных стандартов	знает (пороговый уровень)	нормативно-правовое обеспечение комплексных систем управления качеством; состав стандартов исо серии 9000	знание нормативной основной документации по вопросам защиты современные системы управления качеством на производстве	способность охарактеризовать основные аспекты применения нормативно-технической документации в области управления качеством на основе международных стандартов
	умеет (продвинутый)	разрабатывать политику в области качества продукции и экологическую политику. использовать инструменты менеджмента для анализа экологических проблем, определения экологических аспектов; внедрять системы менеджмента качества на предприятиях различных отраслей.	знание экологических аспектов и особенностей организационно-технологических схем предприятия, а также знание процедур по внедрению систем менеджмента	способность ранжировать экологические аспекты, систематизировать организационные и технологические процессы, а также отражать их в руководящей документации систем менеджмента
	владеет (высокий)	инструментами разработки и планирования природоохранных мероприятий, оценки результативности природоохранной деятельности; анализом качества сложных технологических систем с различными схемами построения с использованием вероятностных	знание мероприятий, минимизирующих негативное воздействие предприятия на окружающую среду и повышающих качество производимой продукции	способность применить процессный подход для разработки мероприятий, повышающих результативность природоохранной деятельности и конкурентоспособность выпускаемой продукции

		методов		
ПК-17 способностью к составлению и анализу бизнес-планов разработки и внедрения новых технологий производства и обращения с объектами профессиональной деятельности, выпуска и реализации конкурентоспособной продукции	знает (пороговый уровень)	основы составления бизнес-планов, методы оценки эффективности научных и производственных проектов.	знает цели, задачи и принципы разработки маркетингового раздела в бизнес-планах, основные вопросы, которые должны быть в нем отражены.	Способность к определению основных положений маркетингового раздела бизнес-плана.
	умеет (продвинутый)	составлять бизнес-планы разработки и внедрения новых технологий производства.	умеет определять цели и задачи маркетингового исследования в отрасли; основных требований к товарной продукции с позиции маркетинга, составлять маркетинговый раздел бизнес-плана.	способность к самостоятельному анализу маркетинговых (рыночных) перспектив товарной продукции, определению экономических и маркетинговых показателей бизнес-плана.
	владеет (высокий)	способностью к составлению и анализу бизнес-планов разработки и внедрения новых технологий производства и обращения с объектами профессиональной деятельности, выпуска и реализации конкурентно способной продукции.	владеет навыками самостоятельной разработки маркетингового раздела бизнес-плана для новой продукции и новых рынков.	способность к эффективному анализу рыночных перспектив новой (инновационной) продукции, поиску и определению рыночных возможностей для существующих новаций и будущих инноваций.
ПСК-6.1 способностью анализировать ситуацию и разрабатывать мероприятия по обеспечению ядерной безопасности при проведении технологических процессов с растворами, содержащими делящиеся материалы	знает (пороговый уровень)	основные методы и подходы к расчетам экспозиционных доз	знает определения и величины поглощенной дозы, основные единицы	Способность воспроизводить базовые знания в области расчета экспозиционных доз, сформулировать методы профилактики и лечения облученных пациентов
	умеет (продвинутый)	рассчитывать эквивалентные дозы с учетом взвешивающих коэффициентов для различных видов ионизирующего излучения	умение определять величины поглощенной дозы, основные единицы ; определять плотность ионизации, и моделирования пучка	способность использования компьютерных программ для расчета радиационной безопасности.
	владеет (высокий)	навыками расчетов материалов и толщин радиационной защиты в зависимости от кратности ослабления излучения	умение обеспечить радиационную защиту для экспериментальных работ	способность предложить направления подготовки рабочих мест на предприятии
ПСК-6.2	знает (пороговый уровень)	Способы разработки мероприятий по обеспечению радиацион-	Знание способов разработки мероприятий по обеспечению радиацион-	Способность перечислить способы разработки мероприятий по обеспечению радиационной безопасности

радиационной безопасности производственного персонала и населения		ной безопасности производственного персонала	ной безопасности производственного персонала	производственного персонала при проведении работ с радиоактивными материалами
	умеет (продвинутый)	предложить мероприятия по обеспечению радиационной безопасности производственного персонала при проведении работ с радиоактивными материалами	умение осуществлять мероприятия по обеспечению радиационной безопасности производственного персонала при проведении работ с радиоактивными материалами	способность выполнения действий по обеспечению радиационной безопасности производственного персонала и населения при проведении работ с радиоактивными материалами
	владеет (высокий)	навыками контроля выполнения мероприятий по обеспечению радиационной безопасности производственного персонала	владение навыками контроля выполнения мероприятий по обеспечению радиационной безопасности производственного персонала	способность выполнять действия мероприятий по обеспечению радиационной безопасности производственного персонала

**Структура государственной итоговой аттестации** в обязательном порядке включает защиту выпускной квалификационной работы (ВКР), а также государственный экзамен. Программа государственного экзамена (междисциплинарного) приведена в Приложении к данной программе.

**Порядок подачи и рассмотрения апелляций** определяется согласно Порядку проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденному приказом МОН РФ от 29.06.2015 № 636, Положению о государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета, магистратуры федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет», утвержденному приказом ДВФУ от 24.05.2019 № 12-13-1039.

По результатам государственных аттестационных испытаний обучающийся имеет право на апелляцию.

Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию письменную апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры

проведения государственного аттестационного испытания и (или) своем несогласии с результатами государственного аттестационного испытания.

Апелляция подается обучающимся лично в апелляционную комиссию не позднее следующего рабочего дня после объявления результатов государственного аттестационного испытания. Информация о месте работе апелляционной комиссии доводится до студентов в день защиты ВКР.

Для рассмотрения апелляции секретарь государственной экзаменационной комиссии направляет в апелляционную комиссию протокол заседания государственной экзаменационной комиссии, заключение председателя государственной экзаменационной комиссии о соблюдении процедурных вопросов при проведении государственного аттестационного испытания, а также письменные ответы обучающегося (при их наличии) (для рассмотрения апелляции по проведению государственного экзамена) либо выпускную квалификационную работу, отзыв и рецензию (рецензии) (для рассмотрения апелляции по проведению защиты выпускной квалификационной работы).

Апелляция рассматривается не позднее 2 рабочих дней со дня подачи апелляции на заседании апелляционной комиссии, на которое приглашаются председатель государственной экзаменационной комиссии и обучающийся, подавший апелляцию. Заседание апелляционной комиссии может проводиться в отсутствие обучающегося, подавшего апелляцию в случае его неявки на заседание комиссии.

Решение апелляционной комиссии оформляется протоколом и доводится до сведения обучающегося, подавшего апелляцию, в течение 3 рабочих дней со дня заседания апелляционной комиссии. Факт ознакомления обучающегося, подавшего апелляцию, с решением апелляционной комиссии удостоверяется подписью обучающегося.

При рассмотрении апелляции о нарушении порядка проведения государственного аттестационного испытания апелляционная комиссия принимает одно из следующих решений:

- об отклонении апелляции, если изложенные в ней сведения о нару-

шениях процедуры проведения государственной итоговой аттестации обучающегося не подтвердились и (или) не повлияли на результат государственного аттестационного испытания;

– об удовлетворении апелляции, если изложенные в ней сведения о допущенных нарушениях процедуры проведения государственной итоговой аттестации обучающегося подтвердились и повлияли на результат государственного аттестационного испытания.

При рассмотрении апелляции о несогласии с результатами государственного аттестационного испытания апелляционная комиссия выносит одно из следующих решений:

– об отклонении апелляции и сохранении результата государственного аттестационного испытания;

– об удовлетворении апелляции и выставлении иного результата государственного аттестационного испытания.

Решение апелляционной комиссии не позднее следующего рабочего дня передается в государственную экзаменационную комиссию. Решение апелляционной комиссии является основанием для аннулирования ранее выставленного результата государственного аттестационного испытания и выставления нового.

Решение апелляционной комиссии является окончательным и пересмотру не подлежит.

Повторное проведение государственного аттестационного испытания осуществляется в присутствии председателя или одного из членов апелляционной комиссии не позднее даты завершения обучения в ДВФУ.

Апелляция на повторное проведение государственного аттестационного испытания не принимается.

### **Требования к выпускным квалификационным работам и порядку их выполнения**

Требования к выпускным квалификационным работам определяются в соответствии с нормативными документами Минобрнауки РФ и локальными



нормативными актами ДВФУ.

**Требования к содержанию ВКР.** Выпускная квалификационная работа представляет собой выполненную обучающимся (несколькими обучающимися совместно) работу, демонстрирующую уровень подготовленности к самостоятельной профессиональной деятельности.

Основными задачами выпускной квалификационной работы являются:

- углубление и систематизация теоретических знаний и практических умений у обучающихся в выбранной области науки;
- овладение современными методами поиска, обработки и использования научной, методической и специальной информации;
- анализ и интерпретация получаемых данных, четкая формулировка суждений и выводов;
- изыскание путей (способов, методов) улучшения организации и эффективности работы специалиста по конкретному направлению профессиональной деятельности.

В ходе выполнения ВКР обучающийся должен показать:

- знания по избранной теме и умение проблемно излагать теоретический материал;
- умение анализировать и обобщать литературные источники, решать практические задачи, формулировать выводы и предположения;
- навыки проведения исследования.

Общие требования к ВКР:

- соответствие научного аппарата исследования и его содержания заявленной теме;
- логическое изложение материала;
- глубина исследования и полнота освещения вопросов;
- убедительность аргументации;
- краткость и точность формулировок;
- конкретность изложения результатов работы;
- доказательность выводов и обоснованность рекомендаций;

- грамотное оформление результатов исследований.

Содержание ВКР определяется выбранной темой, связанной с решением задач по видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики.

**Требования к объему и структуре ВКР.** Общий рекомендуемый объем ВКР должен составлять в пределах 50-70 страниц печатного текста, без учета приложений (рекомендуемый объем приложений - в пределах 10-50 страниц).

Структурными элементами ВКР являются следующие:

- титульный лист, включая оборотную сторону титульного листа (по форме);
- оглавление;
- аннотация;
- введение;
- термины и определения (при необходимости);
- сокращения и обозначения (при необходимости);
- раздел 1;
- раздел 2;
- раздел 3;
- заключение;
- список литературы;
- приложения, в том числе рекомендуемое приложение (распечатка слайдов презентации ВКР).

Оформление работы осуществляется обучающимся в соответствии с требованиями к оформлению письменных работ, выполняемых студентами и слушателями ДВФУ.

**Процедура подготовки и защиты ВКР** определяется согласно Порядку проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам

специалитета и программам магистратуры, утвержденному приказом МОН РФ от 29.06.2015 № 636, Положению о государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета, магистратуры федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет», утвержденному приказом ДВФУ от 24.05.2019 № 12-13-1039.

**Критерии оценки результатов защиты ВКР.** Оценивание выпускной квалификационной работы проводится по 4-х балльной системе. При оценивании учитывается качество подготовленной квалификационной работы, качество подготовленного доклада, а также владение информацией, специальной терминологией, умение участвовать в дискуссии, отвечать на поставленные в ходе обсуждения вопросы.

Основными показателями качества и эффективности ВКР являются:

- важность (актуальность) работы для внутренних и/или внешних потребителей;
- новизна результатов работы;
- практическая значимость результатов работы;
- эффективность и результативность (социальный, экономический, информационный эффект), эффект использования результатов работы в учебном процессе);
- уровень практической реализации.

«Отлично» выставляется в случае, если выпускная квалификационная работа посвящена актуальной и научно значимой теме, исследование базируется на аналитическом анализе состояния по данной проблеме. Работа состоит из теоретического раздела и описания практической реализации, которая демонстрирует приобретенные навыки использования современных информационных технологий и методов проектирования информационных систем. В работе должен присутствовать обстоятельный анализ проблемы, последовательно и верно определены цели и задачи. Работа должна иметь четкую

внутреннюю логическую структуру. Выводы должны быть самостоятельными и доказанными. В ходе защиты автор уверенно и аргументировано ответил на замечания рецензентов, а сам процесс защиты продемонстрировал полную разработанность избранной научной проблемы и компетентность выпускника.

«Хорошо» выставляется в случае, если работа посвящена актуальной и научно значимой теме, исследование базируется на анализе состояния по данной проблеме. Работа состоит из теоретического раздела и описания практической реализации, которая демонстрирует приобретенные навыки использования современных информационных технологий и методов проектирования информационных систем. В работе должен присутствовать обстоятельный анализ проблемы, последовательно и верно определены цели и задачи. Работа должна иметь четкую внутреннюю логическую структуру. Выводы должны быть самостоятельными и доказанными. В ходе защиты автор достаточно полно и обоснованно ответил на замечания рецензентов, а сам процесс защиты продемонстрировал необходимую и в целом доказанную разработанность избранной научной проблемы. Вместе с тем, работа может содержать ряд недостатков, не имеющих принципиального характера.

«Удовлетворительно» выставляется в случае, если выпускник продемонстрировал слабые знания некоторых научных проблем в рамках тематики квалификационной работы. В процессе защиты работы в тексте ВКР, в представленных презентационных материалах допущены ошибки принципиального характера. В случае отсутствия четкой формулировки актуальности, целей и задач ВКР, когда работа не полностью соответствует всем формальным требованиям, предъявляемым к ВКР.

«Неудовлетворительно» выставляется в случае, если в процессе защиты ВКР выявились факты плагиата результатов работы, несоответствие заявленных в ВКР полученных результатов реальному состоянию дел, необоснованности достаточно важных для ВКР высказываний, достижений и разработок.

## ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН (междисциплинарный)

### I. Требования к процедуре проведения государственного экзамена

Форма проведения государственного экзамена – устная. В содержание государственного экзамена включены вопросы теоретического характера.

Вопросы (задания) государственного экзамена составлены по содержанию дисциплин базовой части ОП:

- Технология основных материалов современной энергетики.
- Методы обеспечения радиационной безопасности персонала и населения.
- Методы сбора, транспортировки, переработки и хранения радиоактивных отходов.

В каждый билет государственного (междисциплинарного) экзамена включены 3 вопроса, по содержанию дисциплин, в последовательности: Технология основных материалов современной энергетики; Методы обеспечения радиационной безопасности персонала и населения; Методы сбора, транспортировки, переработки и хранения радиоактивных отходов.

Процедура проведения государственного экзамена в устной форме включает этапы:

- объявление экзамена, выдача экзаменационных билетов;
- подготовка ответов на вопросы экзаменационного билета (общее время на подготовку по всем вопросам экзаменационного билета – 60 минут);
- ответ на билет устного экзамена (продолжительность ответа одного обучающегося - не более 15 минут);
- ответ обучающегося на дополнительные вопросы членов ГЭК по вопросам экзаменационного билета (до 15 минут);
- принятие решений – после заслушивания ответов по вопросам билетов всех обучающихся по ОП, сдающих государственный экзамен в этот день;

- объявление результатов государственного экзамена.

Решения ГЭК принимаются на закрытых заседаниях простым большинством голосов членов комиссии, участвующих в заседании, при обязательном присутствии председателя комиссии или его заместителя. При равном числе голосов председатель комиссии (или заменяющий его заместитель председателя комиссии) обладает правом решающего голоса.

Результаты государственных экзаменов, проводимых в устной форме, объявляются в день их проведения, после оформления в установленном порядке протоколов заседаний экзаменационных комиссий.

Критерии оценивания результатов государственного экзамена в соответствии с формируемыми компетенциями, включая описание показателей и критериев оценивания компетенции, а также шкалы оценивания, приведены в п. «Критерии оценивания компетенций при проведении государственной итоговой аттестации» пояснительной записки настоящей программы государственной итоговой аттестации.

При оценке результатов сдачи государственного экзамена учитываются следующие стороны подготовки:

- 1) понимание и степень усвоения теории;
- 2) знание фактического материала;
- 3) знакомство с обязательной литературой, современными публикациями по данному курсу в отечественной и зарубежной литературе;
- 4) умение приложить теорию к практике, решать задачи и т.д.;
- 5) логика, структура и стиль ответа, умение защищать предлагаемые (гипотетические) предположения.

Оценка результатов сдачи государственного экзамена проводится по 4-х балльной системе, с использованием следующих критериев:

1. Отметка «отлично» выставляется обучающемуся, глубоко и прочно усвоившему программный материал, способному самостоятельно критически оценить основные концепции дисциплин, в ответе которого теория увязывается с практикой; обучающийся показывает знакомство с актуальной литера-

турой, правильно дает определения всех основных понятий дисциплин, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов, исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы.

2. Отметка «хорошо» выставляется обучающемуся, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему его, но допускающему небольшие неточности в ответе на вопрос; обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач и отвечает на большую часть дополнительных вопросов.

3. Отметка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, владеющему основным материалом, но испытывающему некоторые затруднения и допускающему неточности в его изложении, недостаточно правильно формулирующему основные понятия дисциплин, допускающему существенные ошибки при выполнении практических заданий и ответах на дополнительные вопросы.

4. Отметка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, не владеющему основным материалом, допускающему существенные ошибки, неверно отвечающему на большую часть дополнительных вопросов, с большими затруднениями выполняющему практические задания.

## **II. Содержание программы государственного экзамена**

### **1. Технология основных материалов современной энергетики**

Содержание дисциплины «Технология основных материалов современной энергетики» основывается на одном из основных условий обеспечения безопасности и надежности ядерно-энергетических установок, условием экономичности и экологической чистоты всего ядерного топливного цикла (ЯТЦ) является использование материалов, удовлетворяющих необходимым требованиям. Дисциплина об основах ядерной энергетики, естественных и искусственных радиоактивных материалах, которые целенаправленно используются (ядерное топливо, источники излучения и др.) и образуются (радиоактивные отходы (РАО), отработанное ядерное топливо (ОЯТ)) на объек-

тах атомной промышленности в рамках ЯТЦ, включая знания о технологиях их производства, в том числе потенциальных опасностях (вредностях) возникающих при обращении с ними, технологии перспективных ядерных материалов.

Дисциплина формирует знания, необходимые для решения актуальных практических задач, обеспечивает набором инструментариев и методов, построенных с учетом закономерностей развития и использования современных технологий; дает понимание предмета, учит соотносить знания с целями, задачами анализа проблем и синтеза решений, потребностями руководителей; учит применять знания на практике, в том числе анализировать, синтезировать и оценивать результат принятия решений в области использования безопасных технологий.

### **Вопросы по дисциплине «Технология основных материалов современной энергетики»**

*Атомная (ядерная) промышленность в мире и России. Проблемы, связанные с атомной отраслью*

Понятие атомной (ядерной) промышленности (АП); история развития; объекты АП; производство электроэнергии на ТЭС, ГЭС и АЭС и их сравнение по экономическим и экологическим показателям; ядерные энергетические установки; мировая статистика по объектам АП в мире; радиоактивные отходы; статистика накопления РАО.

*Основы производства атомной энергии. Радиационная безопасность.*

Ядерные реакции, лежащие в основе атомной энергетики и производстве новых делящихся материалов; основные виды излучений, их свойства и взаимодействие с веществом; количественная оценка радиоактивных нуклидов, закон радиоактивного распада; распределение энергии, выделяющейся при делении; понятие об активности, поглощенной и экспозиционной дозе излучения; предельно допустимые уровни облучения (ПДУ); основные положения норм радиационной безопасности (НРБ); работа с радиоактивными



веществами в открытом виде; классификация радиоактивными веществами веществ по группам радиоактивности; защита от альфа-, бета-, гамма- и нейтронного излучений; закон ослабления узкого и широкого пучка гамма-лучей; методика расчета защиты; защитные материалы; определение предельно допустимых выбросов (ПДВ) радиоактивных веществ.

#### *Ядерный топливный цикл*

Понятие ядерного топливного цикла (ЯТЦ); типы ядерного топливного цикла: открытый ЯТЦ, замкнутый ЯТЦ. Этапы ядерного топливного цикла; концепции ядерного топливного цикла; уран, ресурсы и масштабы современного производства урана; номенклатура и свойства продуктов деления урана; изотопный состав топлива до и после эксплуатации в различных ядерных энергетических установках; воздействие предприятий ЯТЦ на человека и окружающую среду; безопасность предприятий ЯТЦ.

#### *Обращение с радиоактивными отходами*

Классификация радиоактивных отходов (РАО); нормативная база в области обеспечения радиационной и ядерной безопасности при обращении с РАО; способы сортировки, транспортировки и первичной переработки РАО; методы иммобилизации радиоактивных частиц в цементные, стеклянные, битумные и керамические матрицы; хранение РАО; актуальные проблемы в области обеспечения радиационной и ядерной безопасности при работе с РАО.

#### *Технология материалов современной энергетики. Ядерное топливо. Химия и химическая технология природного урана*

Понятие ядерного топлива, основные виды, свойства ЯТ; химические композиции ядерного горючего, требования предъявляемые к ним; виды ядерного топлива; первичное и вторичное ядерное «горючее»; химия урана; месторождения, руды, минералы; методы обогащения урановых руд; технологии выделения природного урана; ядерное горючее на основе металлического урана и его сплавов, оксидов, карбидов, нитридов урана; смешанное топливо; добыча и гидрометаллургическая переработка урановых руд; пер-

спективные методы разделения изотопов урана; обращение с обедненным ураном (ОУ); отходы урано-рудной промышленности; безопасность труда при работе с ураном;

#### *Технология керамического ядерного топлива на основе урана*

Химия и основные способы производства порошков и гранул оксидов, фторидов и металлического урана; способы производства керамического топлива; основные типы и принципы работы оборудования в производстве соединений урана; технологии получения керамического диоксида урана; технологические этапы производства таблеток диоксида урана; основное оборудование, применяемое в технологии керамического ядерного топлива; новые подходы в создании ядерной керамики.

#### *Облученное ядерное топливо и технология его переработки*

Основные характеристики ОЯТ; существующие технологии переработки ОЯТ; подготовка ТВЭЛ к переработке, вскрытие; растворение ОЯТ; водные методы переработки ОЯТ; подготовка растворов ОЯТ к экстракции; экстракционная аппаратура; экстрагенты и разбавители; экстракционное разделение компонентов ОЯТ; перспективные технологии переработки отработанного ядерного топлива: SAFAR, пирохимические и пирометаллургические методы, DUPIC; хранение и транспортировка ОЯТ.

#### *Современные радиоизотопные материалы как перспектива развития атомной промышленности. Радиоизотопные источники ионизирующего излучения промышленного назначения*

Понятие, характеристика ионизирующего излучения; типы, виды, характеристика и категории источников ионизирующего излучения (ИИИ); применение техногенных ИИИ для различных отраслей атомной промышленности (ядерная энергетика и приборостроение, ядерный-оружейный комплекс, атомный флот, ядерная медицина, прикладная и фундаментальная наука); ИИИ на основе хлорида цезия-137, достоинства и недостатки; свойства цезия-137; конструкции ИИИ на основе цезия-137; требования к ИИИ на основе; статистика производства и реализации ИИИ на мировом рынке;

альтернативные материалы для производства ИИИ; традиционные технологии производства ИИИ в России; примеры образцов ИИИ полученных традиционными методами; перспективная технология искрового плазменного спекания (ИПС) для производства ИИИ; принцип технологии ИПС; примеры экспериментальных исследований по получению ИИИ методом ИПС; экологические катастрофы, связанные с небрежным использованием ИИИ; правила обращения с ИИИ.

## **2. Методы обеспечения радиационной безопасности персонала и населения**

Дисциплина «Методы обеспечения радиационной безопасности персонала и населения» формирует теоретические знания и начальные практические умения и навыки, необходимые для разработки и контроля выполнения мер по обеспечению радиационной безопасности производственного персонала при проведении работ (технологических процессов) с радиоактивными материалами.

Задачей изучения дисциплины является реализация требований, установленных в квалификационной характеристике специализации, в подготовке специалистов в области ядерной и радиационной безопасности.

### **Вопросы по дисциплине «Методы обеспечения радиационной безопасности персонала и населения»**

*Требования по обеспечению радиационной безопасности на предприятиях ядерного топливного цикла*

Цель, задачи, критерии и общие требования по обеспечению ядерной и радиационной безопасности объектов ядерного топливного цикла (ЯТЦ). Требования к объектам ядерного топливного цикла, предъявляемые при их создании и эксплуатации. Требования по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при эксплуатации объектов ЯТЦ.

*Обеспечение радиационной безопасности при добыче и переработке урана и урановой руды*

Уранодобывающая отрасль Российской Федерации. Способы добычи и переработки урана и урановых руд, применяемые на предприятиях ядерного топливного цикла РФ. Радиационные факторы, оказывающие влияние на безопасность персонала и населения при добыче и переработке урана и урановых руд.

*Обеспечение радиационной безопасности при изготовлении ядерного топлива, ТВЭЛов и ТВС из необлученного урана*

Этапы изготовления ядерного топлива из необлученного урана. Способы конверсии урана, разделения изотопов и изготовления топливных элементов, ТВЭЛов и ТВС из необлученного урана. Радиационные факторы, оказывающие влияние на безопасность персонала, окружающую среду и население, при изготовлении ядерного топлива, ТВЭЛов и ТВС из необлученного урана и способы его минимизации.

*Обеспечение радиационной безопасности при переработке отработавшего ядерного топлива*

Цепная ядерная реакция. Процессы, происходящие в атомном реакторе и их влияние на ядерное топливо. Радиационные характеристики отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). Подготовка к переработке и способы переработки ОЯТ.

Факторы, оказывающие влияние на радиационную безопасность персонала предприятия, окружающую среду и население, при переработке отработавшего ядерного топлива и способы её обеспечения. Мероприятия по снижению облучения персонала при переработке отработавшего ядерного топлива, регенерации урана и выделения плутония.

*Обеспечение радиационной безопасности при изготовлении ядерного топлива, ТВЭЛов и ТВС из регенерированного урана и МОХ-топлива*

Изготовление МОХ-топлива и топливных элементов из регенерированного урана, применяемые при этом технологии и оборудование на предпри-

ятиях ядерного топливного цикла РФ. Изготовление ТВЭЛов и ТВС с использованием регенерированного урана и МОХ-топлива

Радиационные характеристики регенерированного урана, плутония и МОХ-топлива. Мероприятия по снижению облучения персонала при изготовлении МОХ-топлива и топливных элементов из регенерированного урана, а также ТВЭЛов и ТВС с использованием регенерированного урана и МОХ-топлива.

*Обеспечение радиационной безопасности при транспортировании радиоактивных материалов*

Перевозки радиоактивных материалов между предприятиями ядерного топливного цикла. Принципы обеспечения радиационной безопасности при транспортировании радиоактивных материалов. Требования по обеспечению радиационной безопасности при транспортировании радиоактивных материалов. Организация радиационного контроля на различных этапах транспортирования радиоактивных материалов между предприятиями ядерного топливного цикла. Радиационные характеристики упаковок, измеряемые при перевозке радиоактивных материалов.

*Обеспечение безопасности при обращении с радиоактивными отходами на предприятиях ядерного топливного цикла*

Понятие и классификация радиоактивных отходов. Цели и принципы обеспечения безопасности при обращении с радиоактивными отходами. Общие требования по обеспечению безопасности при обращении с радиоактивными отходами и их захоронении.

Образование радиоактивных отходов на предприятиях ядерного топливного цикла. Способы переработки, транспортирования и захоронения радиоактивных отходов, применяемые на предприятиях ядерного топливного цикла. Обеспечение безопасности при обращении с радиоактивными отходами на предприятиях ядерного топливного цикла. Контроль радиационного воздействия на персонал, окружающую среду и население при обращении с радиоактивными отходами на предприятиях ядерного топливного цикла.

### *Обеспечение безопасности персонала при возникновении аварии на предприятии ядерного топливного цикла*

Виды аварий, характерных для предприятий ядерного топливного цикла. Аварии, связанные с критичностью. Аварии, не связанные с критичностью.

Требования по обеспечению безопасности персонала предприятий ядерного топливного цикла в случае возникновения аварий. Планирование мероприятий по защите персонала в случае возникновения аварии. Мероприятия по ликвидации аварии и её последствий. Защита персонала в случае возникновения аварии.

### *Организация радиационного контроля и расчет доз персонала на урановых рудниках*

Принципы организации, задачи и виды радиационного контроля на урановых рудниках. Допустимые уровни радиационно-опасных факторов. Выбор сети пунктов контроля и периодичности измерений. Расчет и регистрация индивидуальных доз облучения персонала. Оформление результатов радиационного контроля. Приборное оснащение радиационного контроля на урановых рудниках.

### *Организация радиационного контроля при изготовлении и переработке ядерного топлива. Общие требования*

Требования к производственному радиационному контролю при изготовлении и переработке ядерного топлива. Виды радиационного контроля. Объем, методы и средства радиационного контроля. Содержание контроля индивидуальных доз облучения персонала, контроля радиационной обстановки в производственных помещениях и на промплощадке, контроля радиационной обстановки в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения. Особенности радиационного контроля при переработке регенерированного урана.

Организация радиационного контроля персонала на границах объекта ЯТЦ, в санпропускниках, на границах помещений с разными классами работ с радиоактивными материалами, в санитарных шлюзах.

*Контроль радиационной обстановки в производственных помещениях и на промплощадке предприятий ядерного топливного цикла*

Требования к объему и содержанию контроля радиационной обстановки в производственных помещениях и на промплощадке предприятий ядерного топливного цикла.

Организация и проведение контроля радиационной обстановки в производственных помещениях и на промплощадке предприятий ядерного топливного цикла.

*Организация контроля профессионального облучения персонала предприятий ядерного топливного цикла*

Цель контроля профессионального облучения. Нормируемые величины профессионального облучения. Операционные величины дозиметрического контроля. Содержание контроля профессионального облучения.

Организация контроля облучения персонала группы А. Общая организация дозиметрического контроля. Проведение контроля внешнего облучения. Проведение контроля внутреннего облучения. Исключение фоновой составляющей. Оформление результатов контроля и сохранение информации об облучении персонала.

*Дозиметрический контроль внешнего облучения персонала предприятий ядерного топливного цикла*

Цель, задачи и содержание дозиметрического контроля внешнего облучения персонала. Виды, особенности и организация дозиметрического контроля внешнего профессионального облучения. Порядок дозиметрического контроля. Метрологическое, аппаратурное и методическое обеспечение дозиметрического контроля. Методы дозиметрического внешнего облучения. Требования к средствам дозиметрического контроля.

Оформление результатов контроля и сохранение информации об облучении персонала.

*Контроль внутреннего облучения персонала предприятий ядерного топливного цикла*

Цель, задачи дозиметрического контроля внутреннего облучения персонала. Дозиметрические величины для контроля внутреннего облучения

Виды и содержание дозиметрического контроля внутреннего облучения. Дозиметрический контроль рабочих мест. Индивидуальный контроль внутреннего облучения. Метрологическое и методическое обеспечение дозиметрического контроля. Требования к методикам расчета ожидаемой эффективной дозы работника. Порядок дозиметрического контроля внутреннего облучения. Запись результатов измерений и определения дозы. Оформление результатов контроля и сохранение информации об облучении персонала.

*Определение индивидуальных эффективных и эквивалентных доз персонала предприятий ядерного топливного цикла*

Определение индивидуальной дозы профессионального облучения. Общие требования к процедуре. Расчет индивидуальной дозы по результатам дозиметрического контроля рабочих мест. Определение индивидуальной дозы посредством индивидуального дозиметрического контроля.

Оформление результатов контроля и сохранение информации об облучении персонала.

*Радиационный контроль при возникновении аварии на предприятии ядерного топливного цикла и ликвидации её последствий*

Цель, задачи и содержание радиационного контроля в случае возникновения аварии на предприятиях ядерного топливного цикла и ликвидации её последствий.

Контроль радиационной обстановки в производственных помещениях и на промплощадке в случае возникновения аварии на предприятии ядерного топливного цикла и ликвидации её последствий. Организация контроля облучения персонала. Особенности контроля внешнего и внутреннего облучения персонала в случае возникновения аварии.

Объем и содержание контроля радиационной обстановки в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения в случае возникновения аварии на предприятиях ядерного топливного цикла и ликвидации её последствий.



### **3. Методы сбора, транспортировки, переработки и хранения радиоактивных отходов**

Дисциплина «Методы сбора, транспортировки, переработки и хранения радиоактивных отходов» формирует компетенции специализации в области разработки и контроля выполнения мер по сбору, транспортировке и хранению радиоактивных отходов технологических процессов; способности к разработке мероприятий по обеспечению ядерной и радиационной безопасности при проведении технологических процессов по сбору, транспортировке и хранению радиоактивных отходов

Задачей изучения дисциплины является реализация требований, установленных в квалификационной характеристике специализации, в подготовке специалистов в области ядерной и радиационной безопасности.

#### **Вопросы по дисциплине «Методы сбора, транспортировки, переработки и хранения радиоактивных отходов»**

*Радиоактивные отходы. Общие сведения.*

Классификация радиоактивных отходов: особые радиоактивные отходы и удаляемые радиоактивные отходы. Источники возникновения радиоактивных отходов и краткая характеристика возникающих радиоактивных отходов. Понятие «обращение с радиоактивными отходами». Цель обращения с радиоактивными отходами. Принципы обращения с радиоактивными отходами: приоритет охраны здоровья людей и окружающей среды; контроль процессов образования радиоактивных отходов; обеспечение взаимосвязи между этапами обращения с радиоактивными отходами; обеспечение безопасности сооружений и установок для обращения с радиоактивными отходами и т.д.

Этапы обращения с радиоактивными отходами: сбор радиоактивных отходов; хранение радиоактивных отходов; переработка радиоактивных отхо-

дов; долговременное хранение и захоронение радиоактивных отходов. Суть и краткая характеристика этапов обращения с радиоактивными отходами.

Федеральные законы и правила, устанавливающие требования по обеспечению безопасности при обращении с радиоактивными отходами. Требования по обеспечению безопасности при обращении с радиоактивными отходами: общие требования; обеспечение безопасности при обращении с накопленными радиоактивными отходами в местах их хранения; обеспечение безопасности при обращении с удаляемыми радиоактивными отходами перед их захоронением; обеспечение безопасности при захоронении радиоактивных отходов и т.д.

#### *Обращение с газообразными радиоактивными отходами*

Понятие «газообразные радиоактивные отходы». Физические и химические процессы, приводящие к образованию газообразных радиоактивных отходов. Источники образования газообразных радиоактивных отходов на предприятиях ядерного топливного цикла. Этапы обращения с газообразными радиоактивными отходами: сбор, переработка (охлаждение, выдержка, очистка), разбавление и сброс в окружающую среду. Суть и содержание каждого из этапов.

Содержание требований: по ограничению воздействия газообразных радиоактивных отходов (ГРО) на человека и окружающую среду; по категорированию и классификация зданий, сооружений, строений и помещений при обращении с ГРО; по обеспечению ядерной безопасности при обращении с ГРО; по дезактивации оборудования при обращении с ГРО; к методам и средствам обеспечения безопасности при обращении с ГРО; к радиационному и технологическому контролю при обращении с ГРО.

Методы сбора газообразных радиоактивных отходов. Задачи и организация вентиляции при проведении работ с радиоактивными материалами: зонирование помещений; организация приточной и вытяжной систем вентиляции. Элементы вентиляционных систем при работе с радиоактивными материалами.

Методы очистки газообразных радиоактивных отходов и их краткая характеристика. Очистка газообразных радиоактивных отходов от аэрозольных загрязнений: осадительные методы; фильтрационная очистка. Очистка газообразных радиоактивных отходов от радиоактивных газов: выдержка в газгольдерах; сорбция на углях; криогенная дистилляция; поглощение органическими растворителями.

#### *Сбор, хранение и переработка жидких радиоактивных отходов*

Понятие «жидкие радиоактивные отходы» (ЖРО). Физические и химические процессы, приводящие к образованию ЖРО. Источники образования ЖРО и краткая характеристика возникающих в результате их деятельности отходов. Цель и принципы обращения с жидкими радиоактивными отходами. Этапы обращения с ЖРО. Суть и содержание каждого из этапов.

Общие требования к обеспечению безопасности при сборе, переработке, хранении и кондиционировании жидких радиоактивных отходов. Требования к обеспечению безопасности при сборе, переработке, хранении, концентрировании ЖРО.

Методы сбора жидких радиоактивных отходов (ЖРО). Емкости, спецканализация для сбора ЖРО, отдельный сбор. Сбор и хранение ЖРО, содержащих короткоживущие радионуклиды.

Способы временного хранения ЖРО. Система барьеров, предотвращающих поступление радионуклидов в окружающую среду при хранении ЖРО. Требования к оснащению емкостей и помещений для хранения ЖРО системами обеспечения безопасности. Устройство хранилищ ЖРО.

Этапы переработки ЖРО: очистка, концентрирование и отверждение. Суть и содержание каждого их этапов.

Очистка и концентрирование ЖРО. Виды примесей в ЖРО, содержащих радиоактивные изотопы и методы очистки от них: отстаивание; соосаждение; флотация; вымораживание; фильтрация; дегазация; дистилляция; ионный обмен; ионоселективная сорбция; обратный осмос. Суть и краткая характеристика каждого их методов.

Отверждение ЖРО. Методы отверждения ЖРО: битумирование; цементирование; остекловывание; включение в керамическую матрицу. Суть и краткая характеристика каждого их методов.

*Сбор, хранение, переработка и кондиционирование твердых радиоактивных отходов*

Понятие «твердые радиоактивные отходы». Источники образования твердых радиоактивных отходов и краткая характеристика возникающих в результате их деятельности отходов. Цель и принципы обращения с твердыми радиоактивными отходами. Этапы обращения с твердыми радиоактивными отходами: сбор, временное хранение, переработка, долговременное хранение и захоронение. Суть и содержание каждого из этапов.

Общие требования к обеспечению безопасности при сборе, переработке, хранении и кондиционировании твердых радиоактивных отходов.

Методы сбора твердых радиоактивных отходов (ТРО). Контейнеры для сбора ТРО. Раздельный сбор ТРО. Особенности сбора ядерно опасных ТРО, горючих ТРО, биологических ТРО и ТРО медицинских учреждений. Сбор и хранение ТРО, содержащих короткоживущие радионуклиды. Способы временного хранения ТРО. Система барьеров, предотвращающих поступление радионуклидов в окружающую среду при хранении ТРО. Требования к оснащению емкостей и помещений для хранения ТРО системами обеспечения безопасности. Устройство хранилищ ТРО.

Этапы переработки твердых радиоактивных отходов (ТРО): предварительная обработка, основная переработка; концентрирование. Краткая характеристика каждого их методов.

Основная переработка твердых радиоактивных отходов: прессование; измельчение; сжигание; плавление. Суть и краткая характеристика каждого их методов. Концентрирование твердых радиоактивных отходов. Суть и краткая характеристика каждого их методов.

*Транспортирование радиоактивных отходов*

Основные положения обеспечения безопасности при транспортировании радиоактивных отходов. Классификация и пределы загрузки упаковок при транспортировании радиоактивных отходов. Требования к упаковкам и транспортным упаковочным комплектам.

Обеспечение физической защиты радиоактивных отходов при их транспортировании. Уровни физической защиты и требования к ним.

Особенности оформления транспортных документов при перевозке радиоактивных отходов.

Требования к перевозке и временному (транзитному) хранению радиоактивных отходов. Проверка перед перевозкой. Пределы значений транспортного индекса, индекса безопасности по критичности, уровня излучения и радиоактивного загрязнения Маркировка, этикетки, знаки опасности и информационные табло. Размещение грузов при перевозке и транзитном хранении. Требования к перевозке радиоактивных отходов различными видами транспорта.

Классификация аварий при перевозке радиоактивных отходов. Основные требования по проведению работ в случае аварии. Дополнительные требования на случай аварии при перевозке водным транспортом.

Планирование мероприятий по ликвидации последствий аварий при транспортировании радиоактивных отходов. Обеспечение готовности к ликвидации последствий аварий при транспортировании радиоактивных отходов.

#### *Долговременное хранение и захоронение радиоактивных отходов*

Способы долговременного хранения и захоронения РАО. Способы хранения радиоактивных отходов перед их захоронением. Классификация и устройство хранилищ твердых радиоактивных отходов. Понятие «захоронение радиоактивных отходов». Основные требования к захоронению радиоактивных отходов. Принцип радиационно-эквивалентного захоронения радиоактивных отходов. Способы захоронения радиоактивных отходов.

Обеспечение безопасности при долговременном хранении и захоронении РАО. Цель, принципы, критерии и основные требования обеспечения безопасности при долговременном хранении и захоронении радиоактивных отходов. Обеспечение безопасности при долговременном хранении и захоронении радиоактивных отходов. Приемка радиоактивных отходов на долговременное хранение и захоронение. Выбор способа хранения и/или захоронения радиоактивных отходов. Обеспечение радиационной безопасности при хранении и захоронении радиоактивных отходов. Информационное обеспечение безопасности хранения и захоронения радиоактивных отходов.

### **III. Перечень вопросов государственного экзамена по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация «Ядерная и радиационная безопасность на объектах использования ядерной энергии»**

1. Ядерные реакции, лежащие в основе атомной энергетики и производстве новых делящихся материалов. Ядерные энергетические установки, производство электроэнергии на АЭС.

2. Основные виды излучений, их свойства и взаимодействие с веществом. Закон радиоактивного распада. Активность, поглощенная и экспозиционная доза излучения. Предельно допустимые уровни облучения.

3. Классификация радиоактивных веществ. Номенклатура и свойства продуктов деления урана.

4. Защита от альфа-, бета-, гамма- и нейтронного излучений. Защитные материалы. Методика расчета защиты.

5. Понятие ядерного топливного цикла (ЯТЦ). Характеристика различных типов ЯТЦ.

6. Воздействие предприятий ЯТЦ на человека и окружающую среду, безопасность предприятий ЯТЦ. Классификация радиоактивных отходов.

7. Методы иммобилизации радиоактивных частиц в цементные, стеклянные, битумные и керамические матрицы. Хранение РАО.

8. Понятие ядерного топлива, основные виды и свойства. Химические композиции ядерного горючего.

9. Химия урана. Месторождения, руды, минералы; методы обогащения урановых руд. Технологии выделения природного урана.

10. Ядерное горючее на основе металлического урана и его сплавов, оксидов, карбидов, нитридов урана. Смешанное топливо.
11. Химия и основные способы производства порошков и гранул оксидов, фторидов и металлического урана.
12. Способы производства керамического топлива. Технологии получения керамического диоксида урана. Технологические этапы производства таблеток диоксида урана
13. Основные характеристики отработанного ядерного топлива. Существующие технологии переработки ОЯТ.
14. Перспективные технологии переработки отработанного ядерного топлива. Хранение и транспортировка ОЯТ
15. Экстракционное разделение компонентов отработанного ядерного топлива.
16. Понятие, характеристика ионизирующего излучения его типы и виды источников ионизирующего излучения. Применение техногенных ИИИ для различных отраслей атомной промышленности.
17. Источники ионизирующего излучения на основе хлорида цезия-137, достоинства и недостатки. Конструкции ИИИ на основе цезия-137. Правила обращения с ИИИ
18. Технология искрового плазменного спекания для производства ИИИ, принцип технологии ИПС.
19. Первичное и вторичное ядерное «горючее». Концепции ядерного топливного цикла.
20. Требования к объектам ядерного топливного цикла, предъявляемые при их создании и эксплуатации.
21. Требования по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при эксплуатации объектов ядерного топливного цикла.
22. Способы добычи урановых руд, применяемые на предприятиях ядерного топливного цикла РФ. Радиационные факторы, оказывающие влияние на безопасность персонала при добыче урановой руды.
23. Меры по обеспечению радиационной безопасности на урановых рудниках. Организация радиационного контроля. Расчет и регистрация индивидуальных доз облучения персонала на урановых рудниках
24. Способы переработки урановых руд, применяемые на предприятиях ядерного топливного цикла РФ. Факторы радиационного воздействия на персонал предприятий, занимающихся переработкой урановых руд, и меры по его минимизации.
25. Способы химической переработки (конверсии) необлученного урана, применяемые на предприятиях ядерного топливного цикла РФ.

26. Радиационные факторы, оказывающие влияние на безопасность персонала предприятий при конверсии необлученного урана, и способы его минимизации. Организация радиационного контроля.

27. Способы разделения изотопов урана, применяемые на предприятиях ядерного топливного цикла РФ. Факторы радиационного воздействия на персонал, способы его минимизации. Организация радиационного контроля при разделении изотопов урана на предприятиях ядерного топливного цикла РФ.

28. Изготовление топливных элементов, ТВЭЛов и ТВС из необлученного урана на предприятиях ядерного топливного цикла РФ.

29. Факторы радиационного воздействия на персонал и организация радиационного контроля при изготовлении топливных элементов, ТВЭЛов и ТВС из необлученного урана, и способы его минимизации.

30. Способы и технологии переработки отработавшего ядерного топлива, регенерации урана и выделения плутония, применяемые на предприятиях «Росатома». Радиационные характеристики отработавшего ядерного топлива.

31. Инженерно-конструкторские и медико-санитарные требования к установкам по переработке отработавшего ядерного топлива.

32. Факторы, оказывающие влияние на радиационную безопасность персонала, организация радиационного контроля при переработке отработавшего ядерного топлива и способы её обеспечения.

33. Радиационные характеристики регенерированного урана, плутония и МОХ-топлива. Факторы радиационного воздействия на персонал, мероприятия по снижению облучения персонала, организация радиационного контроля при изготовлении МОХ-топлива и топливных элементов из регенерированного урана.

34. Факторы радиационного воздействия на персонал, мероприятия по снижению облучения персонала, организация радиационного контроля при изготовлении ТВЭЛов и ТВС с использованием регенерированного урана и МОХ-топлива.

35. Требования по обеспечению радиационной безопасности при транспортировании радиоактивных материалов. Радиационные характеристики и типы упаковок, измеряемые при перевозке радиоактивных материалов.

36. Организация радиационного контроля на различных этапах транспортирования радиоактивных материалов между предприятиями ядерного топливного цикла.



37. Способы переработки радиоактивных отходов, применяемые на предприятиях ядерного топливного цикла и обеспечение безопасности. Требования по обеспечению безопасности при обращении с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла и их захоронении.

38. Обеспечение безопасности при транспортировании радиоактивных отходов предприятий ядерного топливного цикла.

39. Контроль радиационного воздействия на персонал при обращении с радиоактивными отходами на предприятиях ядерного топливного цикла.

40. Требования по обеспечению безопасности персонала предприятий ядерного топливного цикла в случае возникновения аварий. Мероприятия по ликвидации аварии на предприятиях ядерного топливного цикла и её последствий. Защита персонала в случае возникновения аварии.

41. Организация радиационного контроля при возникновении аварий на предприятиях ядерного топливного цикла РФ. Организация контроля радиационной обстановки в производственных помещениях и на промплощадке предприятий ядерного топливного цикла.

42. Организация контроля профессионального облучения персонала предприятий ядерного топливного цикла. Контроль внешнего облучения персонала предприятий ядерного топливного цикла.

43. Контроль внутреннего облучения персонала предприятий ядерного топливного цикла. Определение индивидуальных эффективных и эквивалентных доз персонала предприятий ядерного топливного цикла.

44. Метрологическое и методическое обеспечение дозиметрического контроля на предприятиях ядерного топливного цикла. Аппаратурное обеспечение дозиметрического контроля на предприятиях ядерного топливного цикла.

45. Источники возникновения радиоактивных отходов и краткая характеристика возникающих радиоактивных отходов.

46. Цель и принципы обращения с радиоактивными отходами. Этапы обращения с радиоактивными отходами. Суть и характеристика этапов обращения с радиоактивными отходами.

47. Федеральные законы и правила, устанавливающие требования по обеспечению безопасности при обращении с радиоактивными отходами. Краткая характеристика.

48. Требования по обеспечению безопасности при обращении с радиоактивными отходами (общие требования).

49. Физические и химические процессы, приводящие к образованию газообразных радиоактивных отходов. Источники образования газообразных

радиоактивных отходов на предприятиях ядерного топливного цикла. Требования к обеспечению безопасности при обращении с газообразными радиоактивными отходами.

50. Методы сбора газообразных радиоактивных отходов и организация вентиляции воздуха помещений и рабочих объемов оборудования при проведении работ с радиоактивными материалами.

51. Методы очистки газообразных радиоактивных отходов от радиоактивных взвесей и аэрозолей, радиоактивных газов.

52. Обращение с газообразными радиоактивными отходами при радиохимической переработке облученного ядерного топлива.

53. Физические и химические процессы, приводящие к образованию жидких радиоактивных отходов. Источники образования жидких радиоактивных отходов.

54. Цель, принципы и этапы обращения жидкими радиоактивными отходами. Требования к обеспечению безопасности при обращении с жидкими радиоактивными отходами.

55. Организация сбора, временного хранения жидких радиоактивных отходов. Устройство хранилищ жидких радиоактивных отходов. Обеспечение ядерной безопасности при сборе и хранении жидких радиоактивных материалов.

56. Методы очистки жидких радиоактивных отходов: от нерастворимых взвесей, от высокомолекулярных веществ и коллоидных соединений радионуклидов.

57. Методы очистки жидких радиоактивных отходов от молекулярно-растворимых соединений радионуклидов, диссоциированных на ионы соединений радиоактивных изотопов.

58. Обеспечение ядерной безопасности при переработке жидких радиоактивных материалов, содержащих делящиеся радионуклиды.

59. Источники образования твердых радиоактивных отходов и краткая характеристика возникающих в результате их деятельности отходов. Цель, принципы и этапы обращения твердыми радиоактивными отходами.

60. Требования по обеспечению безопасности при обращении с твердыми радиоактивными отходами. Методы сбора и временного хранения твердых радиоактивных отходов.

61. Методы предварительной обработки твердых радиоактивных отходов. Методы переработки твердых радиоактивных отходов. Методы кондиционирования твердых радиоактивных отходов.

62. Обеспечение безопасности и физической защиты при транспортировании радиоактивных отходов. Упаковки для транспортирования радио-

активных отходов. Требования к упаковкам и транспортным упаковочным комплектам.

63. Обеспечение физической защиты радиоактивных отходов при их транспортировании. Уровни физической защиты и требования к ним.

64. Организация перевозки и временного транзитного хранения радиоактивных отходов. Организация радиационного контроля при перевозке радиоактивных отходов.

65. Мероприятия в случае возникновения радиационной аварии при перевозке РАО.

66. Способы хранения радиоактивных отходов перед их захоронением. Устройство хранилищ твердых радиоактивных отходов.

67. Способы захоронения радиоактивных отходов перед их захоронением. Устройство могильников твердых радиоактивных отходов.

68. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов. Обеспечение безопасности при долговременном хранении радиоактивных отходов.

69. Обеспечение безопасности при захоронении радиоактивных отходов. Обеспечение безопасности пунктов приповерхностного захоронения твердых радиоактивных отходов.

#### **IV. Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену**

Подготовка к сдаче экзамена проводится в соответствии с графиком учебного процесса, по вопросам настоящей программы. Ниже даются рекомендации по литературе для подготовки к сдаче государственного экзамена согласно рабочим программам дисциплин, содержание которых выносятся на государственный экзамен.

#### **Рекомендуемая литература и информационно-методическое обеспечение**

##### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Бушуев Н.И. История и технология ядерной энергетики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бушуев Н.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС

АСВ, 2015.— 232 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57041>

2. Михалеви́ч А.А. Атомная энергетика: состояние, проблемы, перспективы [Электронный ресурс] / А.А. Михалеви́ч, М.В. Мясникови́ч - Минск : Белорус. наука, 2011. - 262 с. - ISBN 978-985-08-1325-1 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850813251.html>

3. Габараев Б.А., Атомная энергетика XXI века [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.А. Габараев, Ю.Б. Смирнов, Ю.С. Черепнин. - М. : Издательский дом МЭИ, 2013. - 250 с. - ISBN 978-5-383-00294-0 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383002940.html>

4. Гупало, Т. А., Контроль радиационной безопасности окружающей среды: учебное пособие для вузов / Т. А. Гупало, С. Л. Спешилов – М. изд-во Московского государственного университета, 2006 – 111 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:384104&theme=FEFU>

5. Ободовский, И. М. Основы радиационной и химической безопасности: уч. пособие / И. М. Ободовский. - Долгопрудный : Интеллект, 2013. – 300 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:719107&theme=FEFU>

6. Мархоцкий, Я.Л. Основы радиационной безопасности населения [Электронный ресурс] : учеб.пос. / Я.Л. Мархоцкий. - 2-е изд., стер. - Минск: Выш. шк., 2014. - 224 с. — Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=509577>

7. Мархоцкий, Я.Л. Радиационная и экологическая безопасность атомной энергетика [Электронный ресурс] / Я.Л. Мархоцкий. - Минск: Выш. шк., 2009. - 112 с. — Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=506760>

8. Пронкин, Н. С. Обеспечение безопасности обращения с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла [Электронный

ресурс] : учеб.пособие / Н. С. Пронкин. – М.: Логос, 2012. – 420 с. — Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469413>

9. Скачек М.А., Радиоактивные компоненты АЭС: обращение, переработка, локализация [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / М.А. Скачек - М. : Издательский дом МЭИ, 2014. - 552 с. - ISBN 978-5-383-00734-1 - Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383007341.html>

10. Камнев Е.Н. Выбор площадок для захоронения радиоактивных отходов в геологических формациях [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Камнев Е.Н., Морозов В.Н., Шишиц И.Ю.— Электрон. текстовые данные.— М.: Горная книга, 2011.— 216 с.— Режим доступа :

<https://e.lanbook.com/book/1509>.

11. Ахмедзянов В.Р. Обращение с радиоактивными отходами [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ахмедзянов В.Р., Лашёнова Т.Н., Максимова О.А.— Электрон. текстовые данные. – М.: Энергия, Институт энергетической стратегии, 2008. – 284 с.

ЭБС «IPRbooks» :

<http://www.iprbookshop.ru/5719.html>

### **Дополнительная литература** (печатные и электронные издания)

1. Туманов, Ю.Н. Плазменные и высокочастотные процессы получения и обработки материалов в ядерном топливном цикле: настоящее и будущее [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Н. Туманов. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2003. — 760 с. — Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/59742>

2. Директива Совета ЕС 2006/117/Евратом от 20 ноября 2006 г. о надзоре и контроле за перевозкой радиоактивных отходов и отработанного ядерного топлива [Электронный ресурс] / – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2011. – 21 с.

ЭБС «IPRbooks» :

<http://www.iprbookshop.ru/3154.html>

3. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Скачек М.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2007.— 448 с. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383000571.html>

4. Наумов И.А. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Наумов И.А., Зиматкина Т.И., Сивакова С.П. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. –288 с.

ЭБС «IPRbooks»:

<http://www.iprbookshop.ru/48003>

5. Бекман И.Н. Радиохимия. В 2 т. Т.2. Прикладная радиохимия и радиационная безопасность : учебник и практикум для академического бакалавриата / И.Н. Бекман. – М.: Издательство Юрайт, 2015. – 386 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:785078&theme=FEFU>

6. Алексеев, С. В. Нитридное топливо для ядерной энергетики [Электронный ресурс] / С. В. Алексеев, В. А. Зайцев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2013. — 248 с. — 978-5-94836-374-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31871.html>

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-31871&theme=FEFU>

### **Нормативно-правовые материалы**

1. Федеральный закон об использовании атомной энергии от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ. [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=200911>

2. Федеральный закон "Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 11.07.2011 № 190-ФЗ [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_116552/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_116552/)

3. Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормы «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)» : СанПиН 2.6.1.2523-09. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902170553>

4. Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормы «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)» : СП 2.6.1.2612-10. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902214068>

5. Сбор, хранение, переработка и захоронение радиоактивных отходов. Термины и определения : ГОСТ Р 50996-96 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gostrf.com/normadata/1/4294819/4294819134.pdf>

6. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения» : НП-058-14. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://pdf.standartgost.ru/catalog/Data2/1/4293769/4293769600.pdf>

7. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Обращение с газообразными радиоактивными отходами. Требования безопасности» : НП-021-15. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://standartgost.ru/g/НП\\_021-15](https://standartgost.ru/g/НП_021-15)

8. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Сбор, переработка, хранение и кондиционирование жидких радиоактивных отходов. Требования безопасности» (НП-019-15) [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://standartgost.ru/g/НП\\_019-15](https://standartgost.ru/g/НП_019-15)

9. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Сбор, переработка, хранение и кондиционирование твердых радио-

активных отходов. Требования безопасности» : НП-020-15 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://standartgost.ru/g/НП\\_020-15](https://standartgost.ru/g/НП_020-15)

10. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов» : НП-053-16. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://standartgost.ru/g/НП\\_053-16](https://standartgost.ru/g/НП_053-16)

11. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Правила физической защиты радиоактивных веществ и радиационных источников при их транспортировании» : НП-073-11. [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://docplan.ru/Index2/1/4293796/4293796660.htm>

12. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы «Санитарные правила по радиационной безопасности персонала и населения при транспортировании радиоактивных материалов (веществ)» : СанПиН 2.6.1. 1281-03. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_42303/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_42303/)

13. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Захоронение радиоактивных отходов. Принципы, критерии и основные требования безопасности»: НП-055-14 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_174914/8b433b8d98152375961553869b5ad643245b2a09/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_174914/8b433b8d98152375961553869b5ad643245b2a09/)

14. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Приповерхностное захоронение радиоактивных отходов. Требования безопасности» : НП-069-14 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_167784/627a6c358711d9523b00ed67d6ef6a9fabf6520b/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_167784/627a6c358711d9523b00ed67d6ef6a9fabf6520b/)

15. Хранилища твердых радиоактивных отходов. Общие требования : ОСТ 95 10517-95 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200007554>



16. Санитарные правила по радиационной безопасности персонала и населения при транспортировании радиоактивных материалов (веществ) : СанПиН 2.6.1. 1281-03 от 17.04.2003 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/46/46107/index.php](https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/46/46107/index.php)

17. Требования по ограничению облучения населения за счет источников ионизирующего излучения : СанПиН 2.6.1.2800-10 от 24.12.10 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902256355>

18. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010) : СП 2.6.1.2612-10 от 16.09.2013 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902214068>

19. Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами : СП 2.6.6.1168-02 (СПОРО-2002 с изменениями и дополнениями от 23.12.2010 №167 и от 16.09.2013 № 43). [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/41/41672/index.php](https://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/41/41672/index.php)

#### **Перечень периодических изданий, имеющихся в фондах НБ ДВФУ<sup>1</sup>**

1. Химическая технология: журнал.
2. Промышленная энергетика: журнал.

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Госкорпорация Росатом : <https://www.rosatom.ru/>

**Программа ГИА обсуждена на заседании Академического департамента ядерных технологий ШЕН ДВФУ, протокол от «20» июня 2019 г. № 06.**

---

<sup>1</sup> НБ ДВФУ