



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

Рекомендована к утверждению  
Экспертным советом  
по образовательной деятельности  
при ученом совете  
НИЦ «Курчатовский институт»  
протокол от 18 сентября 2025 г. № 4-ОД

#### **УТВЕРЖДЕНА**

в составе образовательной программы высшего  
образования – программы подготовки научных  
и научно-педагогических кадров в аспирантуре  
научная специальность 1.3.13. Электрофизика,  
электрофизические установки  
приказ НИЦ «Курчатовский институт»  
от 30 сентября 2025 г. № 3825

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **ОТ АТОМНОГО ПРОЕКТА К ПРИРОДОПОДОБНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ**

научная специальность: 1.3.13. Электрофизика, электрофизические установки

отрасль наук: физико – математические науки

Москва, 2025

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

1.1. Цель дисциплины «От атомного проекта к природоподобным технологиям»: формирование у аспирантов системного представления о развитии отечественной и мировой науки от атомного проекта до NBICS-конвергенции и природоподобных технологий, развитие способности критически осмысливать мегапроекты как фактор научного, социального и цивилизационного развития, а также подготовка к профессиональной научной деятельности в условиях технологической трансформации.

1.2. Для реализации цели необходимо выполнить следующие задачи:

- освоить взаимосвязи между наукой, государством и обществом в условиях «большой науки»;
- сформировать знания о современной научной инфраструктуре;
- изучить сущность и принципы природоподобных технологий;
- развить знания о прорывных технологиях будущего.

## 2. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

2.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих результатов обучения в соответствии планируемыми результатами освоения программы аспирантуры:

Результаты освоения дисциплины (модуля)	Результаты обучения
Способен критически анализировать и оценивать современные научные достижения, генерировать новые идеи и разрабатывать научные гипотезы	<b>Знает:</b> – основные этапы развития советского и мирового атомного проекта, их научное и социокультурное значение <b>Умеет:</b> – прогнозировать последствия внедрения новых технологий для экономики, общества и окружающей среды
Способен использовать современные методы научного анализа для решения комплексных исследовательских задач в области физики, биотехнологий, материаловедения и ИКТ	<b>Знает:</b> – ключевые направления развития информационно-коммуникационных, квантовых и нейроморфных технологий <b>Умеет:</b> – использовать результаты фундаментальных исследований для

	решения прикладных задач в своей научной области
Способен формулировать и решать задачи, связанные с разработкой природоподобных технологий и созданием нового научно-технического уклада	<b>Знает:</b> – концепции природоподобных технологий, NBICS-конвергенции и биоэкономики как основы нового технологического уклада <b>Умеет:</b> – применять знания о природоподобных технологиях и NBICS-конвергенции для обоснования собственных исследовательских гипотез

### 3. Объем, содержание и структура дисциплины (модуля)

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля): 2 зачетные единицы (далее – з.е), 72 академических часов (далее – ак. час).

3.2. Форма промежуточной аттестации: зачет (2 семестр).

3.3 Распределение академических часов по видам учебной работы аспиранта:

Объем занятий, ак. час	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	72	32	-	36	4
Формы самостоятельной работы	Изучение материалов по пройденной тематике, изучение лекционного материала, аналитическая проработка учебных и научных материалов, подготовка к обсуждению.				

3.4. Содержание, структурированное по темам, с указанием видов учебных работы и отведенного на них количества академических часов:

№ п/п	Наименование темы	Всего, ак. час	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость в ак. час			Формы контроля
			Лекции	Семинарские /практические занятия	Самостоятельная работа	
1.	Вступительная лекция «От атомного проекта к природоподобным технологиям»	6	2	-	4	-
2.	История атомного проекта	6	2	-	4	-

3.	Роль НИЦ «Курчатовский институт» в современном научном ландшафте	4	2	-	2	-
4.	Установки класса мегасайенс – основа формирования нового научного-технического ландшафта	4	2	-	2	-
5.	Разработка перспективных материалов и технологий в области судостроения, авиастроения и иных ключевых отраслей промышленности	4	2	-	2	-
6.	Арктические исследования и арктическое материаловедение	4	2	-	2	-
7.	От атомного проекта к современным технологиям ядерной медицины	4	2	-	2	-
8.	Ядерные и плазменные технологии для космоса	4	2	-	2	-
9.	Термоядерные технологии	4	2	-	2	-
10.	Современные достижения в области генетических технологий	4	2	-	2	-
11.	Биоэкономика и природоподобные технологии	4	2	-	2	-
12.	Полимерные композиционные материалы и технологии синтеза	4	2	-	2	-
13.	Исследования в области сельскохозяйственных технологий	4	2	-	2	-
14.	Физика элементарных частиц и атомного ядра, физика высоких энергий	4	2	-	2	-
15.	Информационно-коммуникационные и квантовые технологии	4	2	-	2	-
16.	Нейроморфные сенсоры и вычислительные системы для решения задач искусственного интеллекта	4	2	-	2	-
17.	Промежуточная аттестация	4	-	-	-	зачет
18.	Всего	72	32	-	36	4

### 3.5. Темы и их содержание

№ п/п	Наименование темы	Содержание
1.	Вступительная лекция «От атомного проекта к природоподобным технологиям»	<p><b>Лекция (2 ак. часа)</b></p> <p>История развития отечественной науки от атомного проекта к современным междисциплинарным исследованиям.</p> <p>Атомный проект – пример мобилизации ресурсов государства, науки и промышленности в условиях глобальной конкуренции.</p> <p>Концепция природоподобных технологий, формирование представления о взаимосвязи науки, технологий и устойчивого развития.</p>

		<p><b>Самостоятельная работа (4 ак. часа)</b> Самостоятельная работа аспиранта с учебными и научными изданиями в рамках пройденной темы.</p>
2.	История атомного проекта	<p><b>Лекция (2 ак. часа)</b> Исторический обзор создания советского атомного проекта. Предпосылки развития ядерной физики, вкладов выдающихся учёных (И.В. Курчатов, Ю.Б. Харитон, И.К. Кикоин, А.Д. Сахаров) и роль государства в мобилизации науки и промышленности. История атомного проекта: создание Лаборатории № 2 АН СССР и запуск первого в Евразии ядерного реактора Ф-1 в 1946 году.</p> <p><b>Самостоятельная работа (4 ак. часа)</b> Самостоятельная работа аспиранта с учебными и научными изданиями по истории атомного проекта.</p>
3.	Роль НИЦ «Курчатовский институт» в современном научном ландшафте	<p><b>Лекция (2 ак. часа)</b> Эволюция НИЦ «Курчатовский институт» от центра до ведущего междисциплинарного научного комплекса России. Направления деятельности: ядерная энергетика, термоядерные исследования, материаловедение, нанотехнологии, биотехнологии, квантовые технологии и информационные системы. Роль НИЦ «Курчатовский институт» в формировании научной политики страны и его участие в глобальных мегапроектах. Интеграция фундаментальных исследований и прикладных разработок, подготовка научных кадров и развитие международного сотрудничества.</p> <p><b>Самостоятельная работа (2 ак. часа)</b> Самостоятельная работа аспиранта с учебными и научными изданиями в рамках пройденной темы</p>
4.	Установки класса мегасайенс – основа формирования нового научного-технического ландшафта	<p><b>Лекция (2 ак. часа)</b> Феномен «большой науки» (Big Science) и значение уникальных научных установок для развития современной науки и технологий. Проекты класса мегасайенс. Ускоритель тяжёлых ионов NICA, реактор ПИК, проекты НИЦ «Курчатовский институт».</p> <p><b>Самостоятельная работа (2 ак. часа)</b> Самостоятельная работа аспиранта с учебными и научными изданиями в области реализации проектов мегасайенс.</p>
5.	Разработка перспективных материалов и технологий в области судостроения, авиастроения и иных ключевых отраслей промышленности	<p><b>Лекция (2 ак. часа)</b> Стратегическая роль новых материалов в развитии промышленности и обеспечении технологического суверенитета. Разработки в области наноструктурированных покрытий, лёгких и сверхпрочных сплавов, композиционных материалов, используемых в судостроении и авиастроении.</p>

		<p>Применение аддитивных технологий и цифрового моделирования свойств материалов</p> <p><b>Самостоятельная работа (2 ак. часа)</b> Самостоятельная работа аспиранта с учебными и научными изданиями в области разработки перспективных материалов и технологий для судостроения, авиастроения.</p>
6.	Арктические исследования и арктическое материаловедение	<p><b>Лекция (2 ак. часа)</b> Арктика – стратегически важный регион России. Коррозионная стойкость, низкотемпературная прочность и ледовые нагрузки как факторы, определяющие выбор конструкционных материалов. Новые технологии в судостроении (ледоколы нового поколения), добыча полезных ископаемых и энергетике Арктики.</p> <p><b>Самостоятельная работа (1 ак. час)</b> Самостоятельная работа аспиранта с учебными и научными изданиями в области арктического материаловедения.</p>
7.	От атомного проекта к современным технологиям ядерной медицины	<p><b>Лекции (2 ак. часа)</b> История перехода от оборонных задач атомного проекта к мирным применениям – развитию ядерной медицины. Методы диагностики (ПЭТ, радионуклидная визуализация), протонная и нейтронная терапия, а также использование радионуклидов в лечении онкологических заболеваний. Создание радиофармпрепаратов, развитие специализированных медицинских центров и перспективам персонализированной медицины.</p> <p><b>Самостоятельная работа (2 ак. часа)</b> Самостоятельная работа аспиранта с учебными и научными изданиями в области ядерной медицины.</p>
8.	Ядерные и плазменные технологии для космоса	<p><b>Лекции (2 ак. часа)</b> Энергетическое обеспечение космических миссий. Ядерные энергетические установки для космических аппаратов, проекты ядерных буксиров и плазменные двигательные системы.</p> <p><b>Самостоятельная работа (2 ак. часа)</b> Самостоятельная работа аспиранта с учебными и научными изданиями в области ядерных и плазменных технологий для космоса.</p>
9.	Термоядерные технологии	<p><b>Лекции (2 ак. часа)</b> Основы управляемого термоядерного синтеза – источника практически неисчерпаемой и экологически чистой энергии. Физические принципы реакций синтеза, методы удержания плазмы и устройства токамаков и стелларатора. Международный проект ITER и вклад российских ученых в разработку его ключевых компонентов.</p> <p><b>Самостоятельная работа (2 ак. часа)</b></p>

		Самостоятельная работа аспиранта с учебными и научными изданиями в области термоядерных технологий.
10.	Современные достижения в области генетических технологий	<p><b>Лекции (2 ак. часа)</b>          Новейшие достижения молекулярной биологии и геномной инженерии.          Технологии редактирования генома (CRISPR-Cas, TALEN), их применение в медицине, сельском хозяйстве.          Вопросы биоэтики, безопасности и государственного регулирования генетических исследований.</p> <p><b>Самостоятельная работа (2 ак. часа)</b>          Самостоятельная работа аспиранта с учебными и научными изданиями в области генетических технологий.</p>
11.	Биоэкономика и природоподобные технологии	<p><b>Лекции (2 ак. часа)</b>          Переход к биоэкономике.          Анализ природоподобных технологий, имитирующих замкнутые циклы биосферы.          Значение биотехнологий для энергетики, промышленности и сельского хозяйства, их роль в формировании устойчивого развития.</p> <p><b>Самостоятельная работа (2 ак. часа)</b>          Самостоятельная работа аспиранта с учебными и научными изданиями в области биоэкономики и природоподобных технологий.</p>
12.	Полимерные композиционные материалы и технологии синтеза	<p><b>Лекции (2 ак. часа)</b>          Современные методы синтеза полимеров и созданию композиционных материалов.          Биосовместимые полимеры для медицины, биоразлагаемые материалы для экологии, лёгкие и прочные композиты для авиации и энергетики.          Применение полимерных технологий в ключевых отраслях промышленности и их роль в повышении конкурентоспособности страны.</p> <p><b>Самостоятельная работа (2 ак. часа)</b>          Самостоятельная работа аспиранта с учебными и научными изданиями в области полимерных композиционных материалов и технологий синтеза.</p>
13.	Исследования в области сельскохозяйственных технологий	<p><b>Лекции (2 ак. часа)</b>          Внедрение современных технологий в агропромышленный комплекс.          Генетические и биотехнологические методы повышения урожайности, цифровизация сельского хозяйства и системы «умного земледелия».          Роль агротехнологий в обеспечении продовольственной безопасности страны, перспективы использования биоинженерии и нанотехнологий.</p> <p><b>Самостоятельная работа (2 ак. часа)</b>          Самостоятельная работа аспиранта с учебными и научными изданиями в области сельскохозяйственных технологий.</p>
14.		<b>Лекции (2 ак. часа)</b>

	Физика элементарных частиц и атомного ядра, физика высоких энергий	Современными исследованиями в области физики элементарных частиц и атомного ядра. Структура материи, роль ускорителей и крупнейшие международные проекты (LHC, FAIR). <b>Самостоятельная работа (2 ак. часа)</b> Самостоятельная работа аспиранта с учебными и научными изданиями в области физики ядерных частиц и атомного ядра, физики высоких технологий.
15.	Информационно-коммуникационные и квантовые технологии	<b>Лекции (2 ак. часа)</b> Современные достижения в области информационно-коммуникационных технологий и их роль в науке и экономике. Квантовые вычисления, квантовая криптография и перспективы создания квантового интернета. <b>Самостоятельная работа (2 ак. часа)</b> Самостоятельная работа аспиранта с учебными и научными изданиями в области информационно – коммуникационных и квантовых технологий.
16.	Нейроморфные сенсоры и вычислительные системы для решения задач искусственного интеллекта	<b>Самостоятельная работа (2 ак. часа)</b> Вычислительные системы, имитирующих работу мозга и их создание. Архитектура нейроморфных чипов, биомиметические сенсоры и их применение в задачах искусственного интеллекта, робототехники и медицины. <b>Самостоятельная работа (2 ак. часа)</b> Самостоятельная работа аспиранта с учебными и научными изданиями в области нейроморфных сенсоров и вычислительных систем.
17.	Промежуточная аттестация	зачет

#### 4. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

##### 4.1. Основная литература

1. Ковальчук М.В. Природоподобные технологии: философия и практика. – М.: Наука, 2019.
2. Яцишина Е.Б., Гагаринский А.М. Курчатовские реакторы. – М.: Энергоатомиздат, 2017.
3. Дьякова Ю.А. НИЦ «Курчатовский институт» в научном ландшафте России. – М.: Курчатовский институт, 2020.
4. Благоев А.Е., Марченков Н.В. Установки класса мегасайенс: российский и мировой опыт. – Дубна: ОИЯИ, 2021.
5. Бакрадзе М.М. Современные материалы и технологии для авиа- и судостроения. – СПб.: Политех-Пресс, 2019.

6. Королев А.В. Материаловедение в условиях Арктики. – М.: Наука, 2020.
  7. Завестовская И.Н. Ядерная медицина: достижения и перспективы. – М.: Физматлит, 2018.
  8. Ковалишин А.А. Ядерные и плазменные технологии для космоса. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2019.
  9. Романников А.Н. Основы термоядерных технологий. – Дубна: ОИЯИ, 2020.
  10. Патрушев М.В. Генетические технологии XXI века. – М.: URSS, 2021.
  11. Васильев Р.Г. Биоэкономика и природоподобные технологии. – М.: Наука, 2022.
  12. Чвалун С.Н. Полимерные композиционные материалы. – М.: Химия, 2019.
  13. Донник И.М. Современные сельскохозяйственные технологии. – Екатеринбург: УрФУ, 2019.
  14. Егорычев В.Ю. Физика элементарных частиц и атомного ядра. – М.: МФТИ, 2020.
  15. Велихов Е.П., Ковальчук М.В. Информационно-коммуникационные и квантовые технологии. – М.: Наука, 2018.
  16. Демин В.А. Нейроморфные вычислительные системы. – М.: Физматлит, 2021.
- 4.2. Дополнительная литература:
1. Ковальчук М.В. Наука и общество: от атомного проекта к новому технологическому укладу. – М.: Наука, 2020.
  2. Яцишина Е.Б. История советского атомного проекта: документы и факты. – М.: Энергоатомиздат, 2018.
  3. Дьякова Ю.А. Курчатовский институт и международное научное сотрудничество. – СПб.: Политех-Пресс, 2021.
  4. Благоев А.Е., Марченков Н.В. Российское участие в международных мегасайенс-проектах. – Дубна: ОИЯИ, 2022.

5. Бакрадзе М.М. Цифровое материаловедение: моделирование и перспективы. – СПб.: Политех-Пресс, 2021.

6. Королев А.В. Арктика: вызовы материаловедения и технологий. – М.: Наука, 2021.

7. Завестовская И.Н. Радиофармацевтика: от исследований к практике. – М.: Физматлит, 2020.

8. Ковалишин А.А. Космическая энергетика: ядерные и плазменные установки. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2021.

9. Романников А.Н. Термоядерные проекты: ITER и будущее энергетики. – Дубна: ОИЯИ, 2021.

10. Патрушев М.В. Редактирование генома: достижения и риски. – М.: URSS, 2022.

11. Василев Р.Г. Биоэкономика в стратегическом планировании. – М.: Наука, 2021.

12. Чвалун С.Н. Полимеры для медицины и биотехнологий. – М.: Химия, 2020.

13. Донник И.М. Цифровое сельское хозяйство: перспективы и вызовы. – Екатеринбург: УрФУ, 2021.

14. Егорычев В.Ю. Физика высоких энергий: современное состояние исследований. – М.: МФТИ, 2021.

15. Велихов Е.П. Квантовые технологии: состояние и перспективы. – М.: Наука, 2020.

16. Демин В.А. Нейроморфные системы и искусственный интеллект. – М.: Физматлит, 2022.

#### 4.3. Журналы и базы публикаций различных научных издательств:

1. Web of Science (политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных). – URL: <https://webofknowledge.com>.

2. Scopus (мультидисциплинарная база данных научных публикаций). – URL: <https://www.scopus.com>.

3. Коллекция журналов Wiley (более 1600 изданий с 1997 г.). – URL: <https://www.wiley.com>.

4. Science (журнал Американской ассоциации содействия развитию науки). – URL: <https://www.science.org>.

5. Institute of Physics (журналы по физике, образованию и разработкам). – URL: <https://www.iop.org>.

6. Annual Reviews (архивы научных журналов). – URL: <https://www.annualreviews.org>.

7. Cambridge University Press. – URL: <https://www.cambridge.org/core>.

8. Nature. – URL: <https://www.nature.com>.

9. Oxford University Press. – URL: <https://global.oup.com>.

10. SAGE Publications. – URL: <https://us.sagepub.com/en-us/nam/home>.

11. Science Magazine. – URL: <https://www.science.org>.

12. Springer Journals Archiv (1832–1996 гг.). – URL: <https://link.springer.com>.

13. Taylor & Francis. – URL: <https://taylorandfrancis.com>.

14. Wiley Online Library. – URL: <https://www.wiley.com>.

4.4. Электронная библиотечная система «Лань»:

1. Чвалун С.Н. Полимерные композиционные материалы. – СПб.: Издательство «Лань», 2019.

2. Патрушев М.В. Основы генетики и геномной инженерии. – СПб.: Издательство «Лань», 2020.

3. Демин В.А. Нейроморфные системы и когнитивные технологии. – СПб.: Издательство «Лань», 2021.

4. Василов Р.Г. Биоэкономика и устойчивое развитие. – СПб.: Издательство «Лань», 2022.

5. Донник И.М. Современные сельскохозяйственные технологии. – СПб.: Издательство «Лань», 2020.

6. Атомная и ядерная физика: учебное пособие / Под ред. В.А. Жмудского. – СПб.: Лань, 2019.

7. Физика элементарных частиц: курс лекций. – СПб.: Лань, 2020.

8. Биотехнология: учебное пособие / Под ред. А.П. Руденко. – СПб.: Лань, 2021.

9. Современные проблемы материаловедения: учебник для вузов / Под ред. В.П. Лисина. – СПб.: Лань, 2022.

10. Основы квантовых технологий: учебное пособие / А.В. Киселёв. – СПб.: Лань, 2021.

4.5. Профильные журналы/серии по тематикам лекторов по дисциплине «От атомного проекта к природоподобным технологиям» (ЭБС «Лань»):

1. История атомного проекта, ядерная тематика:

- Известия НИЦ «Курчатовский институт»; Ядерная физика (Pleiades/Springer); Physics of Atomic Nuclei; Atomic Energy (Springer).

2. Мегасайенс, высокие энергии:

– European Physical Journal A/C (Springer), Journal of Instrumentation (JINST) (IOP), Nuclear Instruments and Methods A/B (Elsevier).

3. Материаловедение, полимеры (С.Н. Чвалун – публикации и учебные издания в ЭБС «Лань»):

– Polymer (Elsevier), Materials & Design (Elsevier), Materials Today (Elsevier), Polymers (MDPI).

4. Арктическое материаловедение:

– Materials (MDPI), Corrosion Science (Elsevier), Cold Regions Science and Technology (Elsevier).

5. Ядерная медицина (И.Н. Завестовская – работы по радиобиологии):

– EJNMMI (Springer), Journal of Nuclear Medicine (SNMMI), Radiation Physics and Chemistry (Elsevier).

6. Космические ядерные/плазменные технологии:

– Acta Astronautica (Elsevier), Journal of Spacecraft and Rockets (AIAA), Plasma Sources Science and Technology (IOP).

7. Термоядерный синтез (А.Н. Романников – публикации по плазме):

– Nuclear Fusion (IOP), Plasma Physics and Controlled Fusion (IOP), Физика плазмы / Plasma Physics Reports (Pleiades/Springer).

8. Генетические технологии (М.В. Патрушев – учебные издания в ЭБС «Лань»):

– Human Gene Therapy (Mary Ann Liebert), Genome Biology (Springer Nature), CRISPR Journal (Mary Ann Liebert).

9. Биоэкономика (Р.Г. Василев – учебные/монографические издания в ЭБС «Лань»):

– Journal of Cleaner Production (Elsevier), Sustainability (MDPI), Bioeconomy (Springer).

10. Сельскохозяйственные технологии (И.М. Донник – издания в ЭБС «Лань»):

– Precision Agriculture (Springer), Agricultural Systems (Elsevier), Frontiers in Plant Science (Frontiers).

11. ИКТ и квантовые технологии:

– npj Quantum Information (Nature), Quantum Science and Technology (IOP), Physical Review A/X (APS).

12. Нейроморфные системы (В.А. Демин – учебные издания в ЭБС «Лань»):

– Neurocomputing (Elsevier), IEEE TNNLS (IEEE), Frontiers in Neuroscience (Frontiers).

## 5. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

5.1. НИЦ «Курчатовский институт» (далее – Центр) обеспечивает проведение всех видов учебной работы по дисциплине (модулю) в оборудованных учебных кабинетах:

№ п/п	Наименование учебных дисциплин (модулей)	Наименование оборудованных учебных кабинетов с перечнем основного оборудования
1.	2.	3.
1.	От атомного проекта к природоподобным технологиям	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа (практических занятий, лабораторных работ), групповых и индивидуальных

		<p><b>консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ноутбук – 7 шт. с выходом в Интернет;</li> <li>– устройство многофункциональное – 1шт.;</li> <li>– парта ученическая – 6 шт.;</li> <li>– рабочий стол – 1 шт.;</li> <li>– стул – 7 шт.;</li> <li>– шкаф для документов – 1 шт.;</li> <li>– тумба выкатная – 1 шт.;</li> <li>– доска магнитно - маркерная – 1шт.;</li> <li>– проектор – 1 шт.;</li> <li>– экран на штативе – 1 шт.</li> </ul> <p><b>Помещение для самостоятельной работы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– моноблок – 3 шт. с выходом в Интернет;</li> <li>– ноутбук – 3 шт. с выходом в Интернет;</li> <li>– устройство многофункциональное – 1шт.;</li> <li>– парта ученическая – 6 шт.;</li> <li>– рабочий стол – 1 шт.;</li> <li>– стул – 7 шт.;</li> <li>– шкаф для документов – 1 шт.;</li> <li>– тумба выкатная – 1 шт.;</li> <li>– доска магнитно - маркерная – 1шт.;</li> <li>– проектор – 1 шт.;</li> <li>– экран на штативе – 1 шт.</li> </ul>
--	--	---

## **6. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине (модулю)**

### 6.1. Вопросы по дисциплине (модулю) к зачету:

1. В чём заключается преемственность между атомным проектом и концепцией природоподобных технологий?
2. Каковы основные принципы природоподобных технологий по М.В. Ковальчуку?
3. Почему природоподобные технологии рассматриваются как основа нового технологического уклада?
4. Какие угрозы связаны с ростом энергоёмкости современных цифровых технологий?
5. Какова роль междисциплинарности в формировании современных технологических стратегий?
6. Каковы ключевые предпосылки советского атомного проекта?
7. В чём заключалась уникальность организационной модели атомного проекта СССР?
8. Как создание реактора Ф-1 изменило развитие отечественной науки?

9. Какие социальные и политические последствия имел атомный проект для СССР и мира?
10. Почему атомный проект рассматривается как пример «большой науки»?
11. Какова роль Курчатовского института в современном научном ландшафте России?
12. В чём проявляется междисциплинарный характер исследований института?
13. Каковы приоритетные направления исследований НИЦ «Курчатовский институт»?
14. Как институт участвует в международных проектах мегасайенс?
15. В чём заключается стратегическая роль института для технологического суверенитета России?
16. Что такое установки класса мегасайенс и в чём их особенность?
17. Какова роль проектов ITER, CERN, XFEL в развитии мировой науки?
18. Какие российские установки относятся к классу мегасайенс?
19. Как участие России в международных проектах влияет на развитие отечественной науки?
20. Почему мегасайенс-инфраструктура рассматривается как драйвер инноваций?
21. Какие материалы определяют развитие современного судостроения и авиастроения?
22. Какую роль играют наноструктурированные покрытия в повышении надёжности техники?
23. В чём преимущества аддитивных технологий для промышленности?
24. Как новые материалы способствуют обеспечению технологического суверенитета страны?
25. Какова роль цифрового моделирования в разработке новых материалов?

26. Какие факторы определяют требования к материалам в Арктике?
27. Каковы основные направления исследований в арктическом материаловедении?
28. Какие материалы применяются в строительстве ледоколов и арктической инфраструктуры?
29. Как Арктика связана с национальной безопасностью России?
30. Каковы перспективы использования природоподобных подходов в арктических технологиях?
31. В чём заключаются основные направления ядерной медицины?
32. Какие преимущества имеет позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)?
33. Какова роль радионуклидных препаратов в медицине?
34. Как применение ядерных технологий изменило подход к лечению онкологии?
35. Какова перспектива развития ядерной медицины в России?
36. Какие преимущества дают ядерные энергетические установки для космоса?
37. В чём особенности плазменных двигателей?
38. Каковы перспективы ядерных буксиров для межпланетных миссий?
39. Какова роль России в развитии космических энергетических технологий?
40. Какие вызовы связаны с безопасностью ядерных установок для космоса?
41. Каковы физические основы термоядерного синтеза?
42. В чём разница между токамаком и стелларатором?
43. Какова роль международного проекта ITER?
44. Какие технологические проблемы предстоит решить для промышленного термоядерного реактора?
45. Как термоядерные технологии соотносятся с концепцией устойчивого развития?

46. Какие возможности открывает технология CRISPR-Cas?
47. Каковы перспективы генетических технологий в медицине?
48. Как генетика применяется в сельском хозяйстве?
49. Какие риски и угрозы связаны с редактированием генома?
50. Как государство регулирует генетические исследования?
51. Что такое биоэкономика и в чём её отличие от традиционной экономики?
52. Как природоподобные технологии связаны с идеей замкнутых циклов производства?
53. Какие примеры биоэкономики можно привести в энергетике?
54. Как биотехнологии способствуют устойчивому развитию?
55. Какую роль биоэкономика играет в стратегическом планировании?
56. Какие свойства делают полимеры востребованными в промышленности?
57. Как применяются биополимеры в медицине?
58. Какие перспективы имеют биоразлагаемые материалы?
59. В чём преимущества композиционных материалов по сравнению с металлами?
60. Как развитие полимеров связано с экологическими вызовами?
61. Какие современные технологии применяются в растениеводстве?
62. Как цифровизация влияет на сельское хозяйство?
63. Какова роль генетических технологий в агропромышленном комплексе?
64. Как агротехнологии влияют на продовольственную безопасность?
65. Какие перспективы у «умного земледелия»?
66. Каковы современные представления о структуре материи?
67. Какова роль ускорителей в физике высоких энергий?
68. Какие достижения связаны с Большим адронным коллайдером?
69. Как Россия участвует в международных проектах по физике частиц?

70. Как прикладные технологии развиваются на основе физики высоких энергий?
71. В чём значение квантовых вычислений для науки?
72. Каковы перспективы квантовой криптографии?
73. Какие задачи может решить квантовый интернет?
74. Как ИКТ влияют на научные исследования?
75. Как квантовые технологии соотносятся с национальной безопасностью?
76. Что такое нейроморфные вычислительные системы и чем они отличаются от классических?
77. Каковы перспективы применения нейроморфных сенсоров?
78. В чём преимущества биомиметических архитектур в ИИ?
79. Как нейроморфные системы могут снизить энергопотребление вычислений?
80. Как развитие нейроморфных технологий связано с концепцией природоподобных систем?

## **7. Система оценивания результатов промежуточной аттестации и критериев выставления оценок**

7.1. Система оценивания результатов промежуточной аттестации по форме «зачет»:

Критерии оценивания	
Зачтено	Не зачтено
ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно, но могут требоваться незначительные уточнения базовых терминов; раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями; демонстрируется умение анализировать материал, возможно, не все выводы носят аргументированный и доказательный характер	материал излагается непоследовательно, отсутствуют знания базовых терминов; не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями; не проводится анализ; выводы отсутствуют; ответы на дополнительные вопросы отсутствуют; не приводятся примеры изучаемой предметной области