

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева  
Дальневосточного отделения Российской академии наук

---

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по учебной дисциплине  
«Нелинейная динамика»**

**по образовательной программе высшего образования –  
программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**

Направление подготовки  
**03.06.01 Физика и астрономия (Теоретическая физика)**

Форма подготовки – **очная**

**Владивосток  
2018**

# ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Нелинейная динамика»

## Формируемые компетенции

### Универсальные компетенции

**УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях**

### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>Знает:</b> методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	отсутствие знаний	Фрагментарные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	Общие, но не структурированные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных	Сформированные систематические знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных

<p><b>Умеет:</b> анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов</p>	<p>отсутствие умений</p>	<p>Частично освоенное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов</p>	<p>В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов</p>	<p>В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы анализ альтернативных вариантов решения исследовательских задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов</p>	<p>Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов</p>
<p><b>Владеет:</b> навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>отсутствие навыков</p>	<p>Фрагментарное применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач</p>	<p>Успешное и систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач</p>
<p><b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)</p>	<p>не зачтено</p>	<p>не зачтено</p>	<p>зачтено</p>	<p>зачтено</p>	<p>зачтено</p>
	<p>не удовлетворительно</p>	<p>не удовлетворительно</p>	<p>удовлетворительно</p>	<p>хорошо</p>	<p>отлично</p>

**УК-2 Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки**

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>Знает:</b> методы научно-исследовательской деятельности	отсутствие знаний	Фрагментарные представления о методах научно-исследовательской деятельности	Неполные представления о методах научно-исследовательской деятельности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах научно-исследовательской деятельности	Сформированные систематические представления о методах научно-исследовательской деятельности
<b>Умеет:</b> использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений	отсутствие умений	Фрагментарное использование положений и категорий философии науки для оценивания и анализа различных фактов и явлений	В целом успешное, но не систематическое использование положений и категорий философии науки для оценивания и анализа различных фактов и явлений	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование положений и категорий философии науки для оценивания и анализа различных фактов и явлений	Сформированное умение использовать положения и категории философии науки для оценивания и анализа различных фактов и явлений

<b>Владеет:</b> технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований	отсутствие навыков	Фрагментарное применение технологий планирования в профессиональной деятельности	В целом успешное, но не систематическое применение технологий планирования в профессиональной деятельности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение технологий планирования в профессиональной деятельности	Успешное и систематическое применение технологий планирования в профессиональной деятельности
<b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)	не зачтено	не зачтено	зачтено	зачтено	зачтено
	не удовлетворительно	не удовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

**УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития**

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИИ ИХ ЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<p><b>Знает:</b> содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда</p>	отсутствие знаний	Допускает существенные ошибки при раскрытии содержания процесса целеполагания, его особенностей и способов реализации	Демонстрирует частичные знания содержания процесса целеполагания, некоторых особенностей профессионального развития и самореализации личности, указывает способы реализации, но не может обосновать возможностей использования в конкретных ситуациях	Демонстрирует знания сущности процесса целеполагания, отдельных особенностей процесса и способов его реализации, характеристик профессионального развития личности, но не выделяет критерии выбора способов целереализации при решении профессиональных задач	Раскрывает полное содержание процесса целеполагания, всех его особенностей, аргументированно обосновывает критерии выбора способов профессиональной и личностной целереализации при решении профессиональных задач

<p><b>Умеет:</b> осуществлять личный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом</p>	<p>отсутствие умений</p>	<p>Готов осуществлять личный выбор в конкретных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, но не умеет оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом</p>	<p>Осуществляет личный выбор в конкретных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивает некоторые последствия принятого решения, но не готов нести за него ответственность перед собой и обществом</p>	<p>Осуществляет личный выбор в стандартных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивает некоторые последствия принятого решения и готов нести за него ответственность перед собой и обществом</p>	<p>Умеет осуществлять личный выбор в различных нестандартных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом</p>
<p><b>Владеет:</b> способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития</p>	<p>отсутствие навыков</p>	<p>Владеет информацией о способах выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путях достижения более высокого уровня их развития, допуская существенные ошибки при применении данных знаний</p>	<p>Владеет некоторыми способами выявления и оценки индивидуально-личностных и профессионально-значимых качеств, необходимых для выполнения профессиональной деятельности, при этом не демонстрирует способность оценки этих качеств и выделения конкретных путей их совершенствования</p>	<p>Владеет отдельными способами выявления и оценки индивидуально-личностных и профессионально-значимых качеств, необходимых для выполнения профессиональной деятельности, и выделяет конкретные пути самосовершенствования</p>	<p>Владеет системой способов выявления и оценки индивидуально-личностных и профессионально-значимых качеств, необходимых для профессиональной самореализации, и определяет адекватные пути самосовершенствования</p>
<p><b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)</p>	<p>не зачтено</p>	<p>не зачтено</p>	<p>зачтено</p>	<p>зачтено</p>	<p>зачтено</p>
	<p>не удовлетворительно</p>	<p>не удовлетворительно</p>	<p>удовлетворительно</p>	<p>хорошо</p>	<p>отлично</p>

## Общепрофессиональные компетенции

**ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий**

### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИИ ИХ ЦЕНИВАНИЯ

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>Знает:</b> методологию планирования эксперимента в нелинейной динамике	отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных методах планирования эксперимента в нелинейной динамике и компьютерной обработки данных	Сформированные, но не систематизированные представления о современных методах планирования эксперимента в нелинейной динамике и компьютерной обработки данных	Сформировавшие-ся, но содержащие отдельные пробелы знания о современных методах планирования эксперимента в нелинейной динамике и компьютерной обработки данных	Сформированное знание и применение современных методов планирования эксперимента в нелинейной динамике и компьютерной обработки данных

<p><b>Умеет:</b> планировать и проводить научные исследования в области нелинейной динамики с учетом проблемно-ориентированной особенности задачи</p>	<p>отсутствие умений</p>	<p>Начальные навыки по отбору оптимальных алгоритмов обработки данных с учетом проблемно-ориентированных особенностей задач нелинейной динамики</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое умение осуществлять отбор оптимальных алгоритмов обработки данных с учетом проблемно-ориентированных особенностей задач нелинейной динамики</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение осуществлять отбор и поиск оптимальных алгоритмов обработки данных с учетом проблемно-ориентированных особенностей задач нелинейной динамики</p>	<p>Успешное и систематическое умение осуществлять отбор и поиск оптимальных алгоритмов обработки данных с учетом проблемно-ориентированных особенностей задач нелинейной динамики</p>
<p><b>Владеет:</b> методологией планирования эксперимента в нелинейной динамике</p>	<p>отсутствие навыков</p>	<p>Фрагментарное владение методологией планирования эксперимента в нелинейной динамике современными методами компьютерной обработки данных</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое владение некоторыми подходами к планированию эксперимента в нелинейной динамике и современными методами компьютерной обработки данных</p>	<p>В целом успешное, но сопровождающееся ошибками владение методологией планирования эксперимента в нелинейной динамике современными методами компьютерной обработки данных</p>	<p>Успешное и систематическое владение методологией планирования эксперимента в нелинейной динамике современными методами компьютерной обработки данных</p>
<p><b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)</p>	<p>не зачтено</p>	<p>не зачтено</p>	<p>зачтено</p>	<p>зачтено</p>	<p>зачтено</p>
	<p>не удовлетворительно</p>	<p>не удовлетворительно</p>	<p>удовлетворительно</p>	<p>хорошо</p>	<p>отлично</p>

**ОПК-2 Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования**

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИИ ИХ ЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>Знает:</b> нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования	отсутствие знаний	Фрагментарные представления об основных требованиях, предъявляемых к преподавателям в системе высшего образования	Сформированные представления о требованиях, предъявляемых к обеспечению учебной дисциплины и преподавателю, ее реализующему в системе высшего образования	Сформированные представления о требованиях к формированию и реализации учебного плана в системе высшего образования	Сформированные представления о требованиях к формированию и реализации учебного плана в системе высшего образования
<b>Умеет:</b> осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания	отсутствие умений	Фрагментарное умение осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания	В целом успешное, но не систематическое, умение осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, умение осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания	Сформированные систематические умения осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания

<b>Владеет:</b> технологией проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования	отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования	В целом успешное, но не систематическое, владение навыками проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, владение навыками проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования	Сформированное владение навыками планирования и осуществления проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования
<b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)	не зачтено	не зачтено	зачтено	зачтено	зачтено
	не удовлетворительно	не удовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

## Профессиональные компетенции

### ПК-1 Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области теоретической физики

#### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>Знает:</b> фундаментальные основы нелинейной динамики	отсутствие знаний	фрагментарные знания фундаментальных основ нелинейной динамики	общие, но не структурированные знания фундаментальных основ нелинейной динамики	сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания фундаментальных основ нелинейной динамики	сформированные систематические знания фундаментальных основ нелинейной динамики
<b>Умеет:</b> анализировать и обобщать полученную информацию в ходе исследования моделей нелинейной динамики	отсутствие умений	частично освоенное умение анализировать и обобщать полученную в ходе исследования моделей нелинейной динамики информацию	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение анализировать и обобщать полученную в ходе исследования моделей нелинейной динамики информацию	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение анализировать и обобщать полученную в ходе исследования моделей нелинейной динамики информацию	сформированное умение анализировать и обобщать полученную в ходе исследования моделей нелинейной динамики информацию

<b>Владеет:</b> современными методами и технологиями в нелинейной динамике	отсутствие навыков	фрагментарное применение современных методов и технологий в нелинейной динамике	в целом успешное, применение современных методов и технологий в нелинейной динамике	успешное применение современных методов и технологий в нелинейной динамике	успешное и творческое применение современных методов и технологий в нелинейной динамике
<b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)	не зачтено	не зачтено	зачтено	зачтено	зачтено
	не удовлетворительно	не удовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

**ПК-4 Способность выдвигать и обосновывать новые гипотезы в области теоретической физики**

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>Знает:</b> проблемы современной нелинейной динамики	отсутствие знаний	фрагментарные знания проблем современной нелинейной динамики	общие, но не структурированные знания проблем современной нелинейной динамики	сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания проблем современной нелинейной	сформированные систематические знания проблем современной нелинейной динамики
<b>Умеет:</b> выдвигать и обосновывать новые гипотезы в нелинейной динамике	отсутствие умений	частично освоенное умение выдвигать и обосновывать новые гипотезы в нелинейной динамике	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение выдвигать и обосновывать новые гипотезы в нелинейной динамике	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение выдвигать и обосновывать новые гипотезы в нелинейной динамике	сформированное умение выдвигать и обосновывать новые гипотезы в нелинейной динамике
<b>Владеет:</b> методами анализа, альтернативными путями решения исследовательских задач нелинейной динамики	отсутствие навыков	фрагментарное применение методов анализа, альтернативных путей решения исследовательских задач нелинейной динамики	в целом успешное, применение методов анализа, альтернативных путей решения исследовательских задач нелинейной динамики	успешное применение методов анализа, альтернативных путей решения исследовательских задач нелинейной динамики	успешное и творческое применение методов анализа, альтернативных путей решения исследовательских задач нелинейной динамики
<b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)	не зачтено	не зачтено	зачтено	зачтено	зачтено
	не удовлетворительно	не удовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

**ПК-5 Способность обобщать и использовать результаты исследований для выявления новых явлений, закономерностей, законов и теоретических положений в области теоретической физики**

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>Знает:</b> основные научные проблемы в нелинейной динамике	отсутствие знаний	фрагментарные знания основных научных проблем в нелинейной динамике	общие, но не структурированные знания основных научных проблем в нелинейной динамике	сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных научных проблем в нелинейной динамике	сформированные систематические знания основных научных проблем в нелинейной динамике
<b>Умеет:</b> формулировать логичные и обоснованные выводы из анализа собственных научных результатов и опубликованных материалов	отсутствие умений	частично освоенное умение формулировать логичные и обоснованные выводы из анализа собственных научных результатов и опубликованных	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение формулировать логичные и обоснованные выводы из анализа собственных научных результатов и опубликованных	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение формулировать логичные и обоснованные выводы из анализа собственных научных результатов и опубликованных	сформированное умение формулировать логичные и обоснованные выводы из анализа собственных научных результатов и опубликованных

<b>Владеет:</b> навыками корректной постановки научного исследования и выявления артефактов эксперимента	отсутствие навыков	фрагментарное применение навыков корректной постановки научного исследования и выявления артефактов эксперимента	в целом успешное, применение навыков корректной постановки научного исследования и выявления артефактов эксперимента	успешное применение навыков корректной постановки научного исследования и выявления артефактов эксперимента	успешное и творческое применение навыков корректной постановки научного исследования и выявления артефактов эксперимента
<b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)	не зачтено	не зачтено	зачтено	зачтено	зачтено
	не удовлетворительно	не удовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

## Перечень оценочных средств

№ п/п	Контролируемые части дисциплины	Коды компетенций и планируемые результаты обучения		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Теоретическая часть	УК-1	<p><b>Знает</b> методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p><b>Умеет</b> анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов</p> <p><b>Владеет</b> навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	Собеседование	Собеседование
		УК-2	<p><b>Знает</b> методы научно- исследовательской деятельности</p> <p><b>Умеет</b> использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений</p> <p><b>Владеет</b> технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований</p>	Собеседование	Собеседование

		УК-5	<p><b>Знает</b> содержание процесса целеполагания профессионального и личного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда</p> <p><b>Умеет</b> осуществлять личный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом</p> <p><b>Владеет</b> способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития</p>	Собеседование	Собеседование
		ОПК-1	<p><b>Знает</b> методологию планирования эксперимента в нелинейной динамике</p> <p><b>Умеет</b> планировать и проводить научные исследования в области нелинейной динамики с учетом проблемно-ориентированной особенности задачи</p> <p><b>Владеет</b> методологией планирования эксперимента в нелинейной динамике</p>	Семинар	Собеседование
		ОПК-2	<p><b>Знает</b> нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования</p> <p><b>Умеет</b> осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания</p> <p><b>Владеет</b> технологией проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования</p>	Семинар	Собеседование
		ПК-1	<p><b>Знает</b> фундаментальные основы нелинейной динамики</p> <p><b>Умеет</b> анализировать и обобщать полученную информацию в ходе исследования моделей нелинейной динамики</p> <p><b>Владеет</b> современными методами и технологиями в нелинейной динамике</p>	Собеседование	Собеседование

		ПК-4	<p><b>Знает</b> проблемы современной нелинейной динамики</p> <p><b>Умеет</b> выдвигать и обосновывать новые гипотезы в нелинейной динамике</p> <p><b>Владеет</b> методами анализа, альтернативными путями решения исследовательских задач нелинейной динамики</p>	Собеседование	Собеседование
		ПК-5	<p><b>Знает</b> основные научные проблемы в нелинейной динамике</p> <p><b>Умеет</b> формулировать логичные и обоснованные выводы из анализа собственных научных результатов и опубликованных материалов</p> <p><b>Владеет</b> навыками корректной постановки научного исследования и выявления артефактов эксперимента</p>	Собеседование	Собеседование

## КОМПЛЕКСЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

### I. Зачетно-экзаменационные материалы по дисциплине «Нелинейная динамика»

#### Вопросы для подготовки к зачету

1. Степени свободы. Фазовое пространство. Фазовая или изображающая точка. Фазовая траектория. Динамические системы. Фазовый портрет. Фазовая плоскость. Особые точки динамической системы. Центр, фокус, узел. Устойчивые и неустойчивые особые точки. Седло. Сепаратрисы седел. Нуль-изоклины.

2. Характеристическое уравнение. Характеристические показатели. Особые точки гамильтоновых систем. Предельные циклы. Автоколебания. Механические часы. Лестница Ламерея. Точечное отображение или отображение последования. Неподвижная точка отображения. Одномерное и двумерное отображения.

3. Автогенератор Ван-дер-Поля. Обратная связь. Уравнение Ван-дер-Поля. Отрицательное трение. Положительная и отрицательная обратные связи. Стохастические колебания. Система Лоренца. Странный аттрактор.

4. Устойчивость, теория устойчивости. Устойчивость по Ляпунову. Фазовый поток, фазовая жидкость, фазовая капля. Асимптотическая устойчивость. Диссипативные системы. Экспоненциальная устойчивость. Орбитальная устойчивость. Асимптотическая и экспоненциальная орбитальные устойчивости.

5. Равноускоренное движение материальной точки. Линейный осциллятор с трением. Нелинейный осциллятор (уравнение Дуффинга). Аттрактор. Эргодичность. Эргодическая гипотеза. Эргодические системы. Система Лоренца. Безразличное положение равновесия. Притягивающий отрезок.

6. Роль нелинейности и неаналитичности. Бифуркации, бифуркационные значения параметров. Прогиб упругого стержня. Классификация корней квадратного уравнения. Структурная устойчивость, грубость системы.

7. Теория катастроф. Складка. Многообразие катастрофы. Классификация корней кубического уравнения, сборка. Классификация корней уравнения

четвертой степени, ласточкин хвост. Флаг катастроф. Ряд касповидных катастроф. Классификация экстремумов функций. Росток катастрофы, возмущение. Управляющие параметры, пространство управления. Деформация. Функции многих переменных.

8. Одномерные точечные отображения. Неподвижные точки отображений. Монотонные отображения. Спираль Ламерея. Циклические точки. Итерированные отображения. Устойчивость циклических точек,  $n$ -циклы ( $S^n$ -циклы). Унимодальные отображения. Логистическое отображение или универсальное отображение Фейгенбаума.

9. Бифуркации циклов в отображении Фейгенбаума. Бифуркации удвоения периода, каскад бифуркаций. Теория универсальности. Универсальный предел итераций гладких отображений. Сверхустойчивые циклы.

10. Стохастические колебания. Динамический (или детерминированный) хаос. Квазислучайные последовательности. Шумящие циклы. Цикл  $S^3$ . Иерархия циклов. Рождение цикла из хаоса. Сценарий рождения хаоса через перемежаемость (сценарий Помо-Манневиля).

11. Распределение вероятностей значений элементов последовательностей. Инвариантное распределение, инвариантная мера. Уравнение Перрона-Фробениуса.

12. Самоподобие. Фрактальные множества, фракталы. Функция Вейерштрасса. Кривые Пеано. Канторовы множества, построение, мера, самоподобие. Масштабная инвариантность или скейлинг. Канторова (или «дьявольская») лестница. Кривые Коха, остров Коха. Ковер Серпинского. Двух- и трехмерные фракталы, универсальная кривая Менгера. Разветвленность фрактала. Вероятностные фракталы.

13. Длина береговой линии. Определения линии. Топологическая размерность. Фрактальная размерность или емкость. Емкость некоторых фракталов. Размерность Хаусдорфа-Безиковича. Динамические системы с непрерывным и дискретным, временем. Клеточные автоматы. Фрактальные структуры, порождаемые клеточными автоматами.

14. Двумерные точечные отображения. Квадратичное отображение Хенона.

Фрактальная структура аттрактора Хенона. Системы итерированных функций, детерминированный и рандомизированный алгоритмы, фрактальные структуры.

15. Многопериодическое движение, многомерный тор. Сценарий Ландау-Хопфа. Случайные процессы, уравнения Ланжевена, уравнение Фоккера-Планка-Колмогорова. Корреляционная функция.

16. Динамический хаос. Локальная неустойчивость. Эргодичность и перемешивание. Преобразование пекаря. Гамильтоновы системы. Энтропия Колмогорова-Синяя (К-энтропия), К-системы.

17. Теория устойчивости Колмогорова-Арнольда-Мозера (теория КАМ). Примеры систем с хаосом: рассеяние материальной точки на твердых шариках, рассеивающие бильярды (бильярды Синяя).

18. Одномерные и двумерные точечные отображения. Жесткий ротатор (отображение Чирикова-Тэйлора). Стохастические слои, стохастическое море, стохастическая паутина (паутина Арнольда).

19. Диффузия Арнольда. Диссипативные системы. Аттракторы и репеллеры. Странный аттрактор. Показатели Ляпунова. Система Лоренца. Сценарий Рюэля-Такенса. Аттрактор Рёслера. Ротатор с трением. Квантовый хаос.

20. Основные понятия кинематики жидкости. Перенос и перемешивание. Хаотическая адвекция. Зарождение хаоса. Уравнения адвекции. Сечение Пуанкаре в нестационарном потоке. Нелинейный резонанс и резонансные острова. Периодические траектории.

21. Модельная функция тока, стационарные точки и бифуркации. Топология потока с периодически модулированной амплитудой меандра. Фрактальные свойства адвекции в меандрирующем течении. Зональный перенос пассивной примеси.

22. Предварительное обсуждение уравнений и приближений геофизической гидродинамики. Концепция фоновых течений геофизической гидродинамики. Баротропная модель. Двухслойная квазигеострофическая модель.

## **II. Темы индивидуальных творческих заданий по дисциплине «Нелинейная динамика»**

### **Раздел 1. Теория возмущений.**

Возмущение и топология фазового пространства. Ряды по степеням возмущения. Возмущение свободного движения. Резонансы и малые знаменатели. Внутренние резонансы. Резонанс волна-частица. Опрокидывание фронта волны. Замечание о степенных рядах.

### **Раздел 2. Методы усреднения.**

Теорема об усреднении. Усредненные уравнения. Уравнение Ван дер Поля. Движение в быстро переменных полях. Маятник с осциллирующей точкой подвеса. Вихревой дрейф.

### **Раздел 3. Адиабатические инварианты.**

Определение адиабатических инвариантов. Усреднение уравнений. Изменение адиабатического инварианта. Адиабатические инварианты при  $N > 2$ . Нарушение адиабатической инвариантности. Почти адиабатические инварианты.

### **Раздел 4. Линейные аналогии адиабатической инвариантности.**

Линейный осциллятор с переменной частотой. Квантовомеханическая аналогия. Обход особенностей в комплексной плоскости. Матрица перехода. Переходное излучение. Замечание о роли нелинейности.

### **Раздел 5. Эргодическая теория и хаос.**

Эргодичность и перемешивание. Мера в фазовом пространстве. Спектр. К-системы. Локальная неустойчивость. Связь перемешивания с локальной неустойчивостью. Д-системы. Энтропия Колмогорова-Синая. У-системы Аносова. Биллиарды. Возвраты и периодические орбиты. Теорема Пуанкаре о возвратах. Периодические орбиты. Синус-отображение. Теорема Боуэна.