

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина»

Институт математики, естествознания и техники



**ПРОГРАММА**  
**государственной итоговой аттестации обучающихся по образовательной**  
**программе высшего образования – программе**  
**подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**

**Направление подготовки** 01.06.01 Математика и механика

**Направленность (профиль)** Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление

**Форма обучения** очная

## **1. Общие положения**

Целью государственной итоговой аттестации является установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) и основной образовательной программы высшего образования (ООП ВО), разработанной в Елецком государственном университете им. И.А. Бунина.

Порядок проведения государственной итоговой аттестации закреплён в Положении о государственной итоговой аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Елецкого государственного университета имени И.А. Бунина.

1.1. Государственная итоговая аттестация по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, профилю подготовки Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление, квалификации (степени) – «Исследователь. Преподаватель-исследователь» включает:

- государственный экзамен по направлению подготовки;
- представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

1.2. Виды и задачи профессиональной деятельности выпускников:

Основной образовательной программой по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, профилю подготовки Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление, квалификации (степени) – «Исследователь. Преподаватель-исследователь» предусматривается подготовка выпускников к следующим видам профессиональной деятельности:

- научно-исследовательская деятельность в области фундаментальной и прикладной математики, механики, естественных наук;
- преподавательская деятельность в области математики, механики, информатики.

## **2. Государственный экзамен**

### **2. 1. Цель государственного экзамена**

Целью проведения государственного экзамена является проверка компетенций, приобретенных выпускником при изучении дисциплин направления подготовки в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования направления подготовки 01.06.01 Математика и механика, профилю подготовки Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление.

## **2.2. Место государственного экзамена в структуре ООП**

Государственный экзамен является составной частью государственной итоговой аттестации по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, профилю подготовки Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление и определяет уровень усвоения обучающимся материала, охватывающего содержание дисциплин, содержащихся в учебном плане. Программа государственного экзамена разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Программа содержит перечень тем и вопросов, соответствующих тематике дисциплин учебного плана согласно ФГОС ВО и рабочим программам, разработанным на кафедре математики и методики ее преподавания. По каждой теме приводится список источников, необходимых для подготовки к экзамену.

В программу включены следующие дисциплины: «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление», «Качественная теория дифференциальных уравнений с частными производными» «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений».

## **2.3. Требования к результатам освоения компетенций**

Государственный экзамен направлен на проверку сформированности у обучающихся следующих компетенций:

### ***Общепрофессиональные компетенции (ОПК):***

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2);

### ***Профессиональная компетенция (ПК):***

- способность к проектированию и реализации преподавательской деятельности по образовательным программам в рамках направленности (профиля) программы аспирантуры (ПК-2).

## **2.4. Структура и содержание тем, входящих в итоговый государственный экзамен**

## **Дисциплина «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»**

### ***Темы и их содержание***

#### **Тема 1. Качественная теория обыкновенных дифференциальных уравнений.**

Теория устойчивости. Второй метод Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости. Устойчивость линейных систем. Устойчивость периодических движений. Линейные уравнения с периодическими коэффициентами. Характеристическое уравнение. Нелинейные уравнения с периодическими коэффициентами. Критерии устойчивости по первому приближению. Периодические решения уравнений первого порядка. Предельные циклы и теории контактов. Автоколебания. Точечные преобразования и предельные циклы. Устойчивость неподвижной точки. Теорема Кенигса. Условия устойчивости предельного цикла. Критерии существования периодических решений. Виды и свойства предельных циклов. Грубые системы. Грубые состояния равновесия. Простые, сложные, грубые предельные циклы. Необходимые и достаточные условия грубости. Предельные циклы, зависящие от параметра. Кратные предельные циклы. Поведение предельных циклов при малых изменениях параметра.

#### **Тема 2. Дифференциальные уравнения в частных производных.**

Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям в частных производных. Вариационные принципы. Понятие о характеристиках уравнений в частных производных. Теорема Ковалевской. Обобщенные решения основных краевых задач для уравнений эллиптического типа. Разрешимость краевых задач и гладкость обобщенных решений. Некоторые теоремы вложения функциональных пространств (неравенства Пуанкаре и Стеклова). Задача на собственные значения для эллиптического уравнения (в частности, задача Штурма-Лиувилля). Свойства собственных значений и собственных функций.

#### **Тема 3. Оптимальное управление.**

Классические задачи оптимального управления. Понятие оптимальности. Постановка общей задачи оптимального управления. Экстремальные свойства оптимальных управлений и их синтез. Существование решений экстремальных задач и алгоритмы их поиска. Принцип Лагранжа для необходимых условий экстремума. Принцип максимума Понтрягина. Задача с подвижными концами и условия трансверсальности. Принцип максимума для неавтономных систем. Вариация управлений и траекторий. Вывод условий трансверсальности. Принцип максимума и условие трансверсальности как необходимые условия. Достаточные условия оптимальности управления. Общий принцип максимума. Уравнение Беллмана и достаточные условия оптимальности. Принцип максимума для не-автономных систем. Оптимальные процессы с параметрами.

## **Дисциплина «Качественная теория дифференциальных уравнений с частными производными»**

### ***Темы и их содержание***

#### **Тема 1. . Вырождающиеся эллиптические уравнения.**

Вырождающиеся эллиптические уравнения. Основные понятия. Теория потенциала. Функция Грина соответствующего оператора.

#### **Тема 2. Вырождающиеся гиперболические уравнения.**

Задача Коши для вырождающихся гиперболических уравнений второго порядка. Задача Коши-Гурса. Вырождающиеся гиперболические уравнения. Задача Коши для гиперболических уравнений. Метод Римана.

#### **Тема 3. Задача Трикоми. Постановка задачи Трикоми.**

Задача Трикоми. Постановка задачи Трикоми. Теорема существования. Задача Трикоми для специальных областей. Задача Трикоми для неограниченных областей.

#### **Тема 4. Краевые задачи для уравнения смешанного типа второго рода.**

Краевые задачи для уравнения смешанного типа второго рода. Задача Трикоми с разрывным условием склеивания. Краевая задача для уравнения смешанного типа второго порядка. Задача Франкля. Постановка и единственность решения задачи Франкля. Существование решения задачи Франкля.

## **Дисциплина «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений»**

### ***Темы и их содержание***

#### **Тема 1. Системы главного типа первого порядка.**

Классификация систем. Матричные решения. Первообразные  $m$ -го порядка в односвязной области. Структурное описание решения.

#### **Тема 2. Эллиптические системы первого порядка.**

Разложения в обобщенные ряды Тейлора и Лорана. Интеграл Коши. Формула Коши и ее следствия. Первообразные в многосвязной области.

#### **Тема 3. Системы высокого порядка.**

Классификация систем. Сопутствующая матрица характеристического пучка. Теорема о представлении. Связь с комплексными системами. Цепочки собственных и присоединенных векторов пучка.

#### **Тема 4. Эллиптические системы второго порядка.**

Представление общего решения. Слабо связанные системы. Критерий слабой связанности. Сильно эллиптические системы. Сопряженные функции.

**Вопросы к экзамену**

1. Теоремы существования Арцела, Пикара-Линделефа, Пеано. Продолжение решений.
2. Непрерывная зависимость и дифференцируемость по начальным данным. Непрерывная зависимость решений от параметров.
3. Первые интегралы. Дифференциальные неравенства.
4. Неравенство Гронуола. Верхнее и нижнее решение.
5. Теорема Уитнера. Оценка разности двух решений.
6. Теорема единственности.
7. Теоремы об устойчивости и неустойчивости. Устойчивость линейных систем.
8. Устойчивость периодических движений.
9. Второй метод Ляпунова для неустановившихся движений. Теорема Четаева.
10. Линейные уравнения с периодическими коэффициентами. Характеристическое уравнение.
11. Нелинейные уравнения с периодическими коэффициентами. Критерии устойчивости по первому приближению.
12. Динамические системы на плоскости. Предельные точки и множества. Их структура.
13. Свойства предельных траекторий. Теорема о наличии состояния равновесия внутри замкнутой траектории.
14. Основная теорема о состояниях равновесия. Особые точки. Классификация.
15. Исключительные направления. Нормальные области. Поведение интегральных кривых в нормальной области.
16. Характеристическое уравнение алгебраической системы. Расположение интегральных кривых в нормальной области в зависимости от корней характеристического уравнения.
17. Первая проблема различения. Лемма Лона.
18. Вторая проблема различения. Теорема Лона.
19. Аналитические критерии для различных типов особых точек второй группы.
20. Проблема различения центра и фокуса. Необходимые и достаточные условия существования центра.
21. Периодические решения уравнений первого порядка.
22. Предельные циклы и теории контактов.
23. Автоколебания.
24. Точечные преобразования и предельные циклы.
25. Устойчивость неподвижной точки.
26. Теорема Кенигса.
27. Условия устойчивости предельного цикла.

28. Критерии существования периодических решений (Бендиксона, Дюлака, Драгилева, принцип симметрии).
29. Виды и свойства предельных циклов.
30. Грубые системы. Грубые состояния равновесия.
31. Простые, сложные, грубые предельные циклы.
32. Необходимые и достаточные условия грубости.
33. Предельные циклы, зависящие от параметра. Кратные предельные циклы. Поведение предельных циклов при малых изменениях параметра.
34. Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям в частных производных (колебательные процессы, теплопроводность и диффузия, электромагнитное поле, уравнения гидро- и газодинамики, уравнение Шредингера).
35. Классификация и канонические формы уравнений в частных производных второго порядка.
36. Постановка основных краевых задач: задача Коши, первая, вторая и третья краевые задачи.
37. Корректность постановки краевых задач. Классические решения основных краевых задач для эллиптических уравнений.
38. Уравнение Лапласа. Основные свойства гармонических функций (формула Грина, теорема о среднем, принцип максимума, теорема об устранимой особенности).
39. Решение задач Дирихле и Неймана (внутренней и внешней) методом потенциалов.
40. Функция Грина и ее применение к решению краевых задач.
41. Формула Пуассона для шара и круга.
42. Уравнения параболического типа. Постановка основных краевых задач. Принцип максимума и единственность. Тепловые потенциалы. Решение смешанной задачи методом разделения переменных (метод Фурье). Обобщение решения. Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности (формула Пуассона).
43. Уравнения гиперболического типа. Постановка основных краевых задач.
44. Решение смешанной задачи методом Фурье.
45. Обобщенные решения. Решение задачи Коши для волнового уравнения (формулы Даламбера, Пуассона и Кирхгофа).
46. Обобщенные решения основных краевых задач для уравнений эллиптического типа.
47. Разрешимость краевых задач и гладкость обобщенных решений.
48. Свойства собственных значений и собственных функций. Вариационный метод решения краевых задач.
49. Линейные управляемые процессы.
50. Управляемость: множество достижимости.
51. Управляемость и устойчивость автономных систем.
52. Оптимальное по быстродействию управление для линейных систем.

53. Синтез оптимальных управлений для некоторых основных нелинейных управляемых систем.
54. Синтез оптимальных по быстродействию управлений с обратной связью для нелинейных систем второго порядка с одной степенью свободы
55. Метод динамического программирования
56. Метод последовательных приближений для отыскания оптимальных программных движений.
57. Метод последовательных приближений для решения задачи синтеза оптимальных управлений.
58. Метод направленного поиска коэффициентов усиления в системах управления.
59. Движения нелинейных систем, определяемые краевыми условиями.
60. Метод наискорейшего спуска.
61. Вырождающиеся эллиптические уравнения. Основные понятия.
62. Теория потенциала. Функция Грина соответствующего оператора.
63. Вырождающиеся гиперболические уравнения. Задача Коши для гиперболических уравнений.
64. Метод Римана. Задача Коши для вырождающихся гиперболических уравнений второго порядка.
65. Задача Коши-Гурса.
66. Задача Трикоми. Постановка задачи Трикоми. Теорема существования.
67. Задача Трикоми для специальных областей.
68. Задача Трикоми для неограниченных областей.
69. Краевые задачи для уравнения смешанного типа второго рода.
70. Задача Трикоми с разрывным условием склеивания.
71. Краевая задача для уравнения смешанного типа второго порядка.
72. Задача Франкля. Постановка и единственность решения задачи Франкля. Существование решения задачи Франкля.
73. Классификация систем первого порядка.
74. Матричные решения.
75. Первообразные  $m$ -го порядка в односвязной области.
76. Структурное описание решений систем первого порядка.
77. Разложения в обобщенные ряды Тейлора и Лорана.
78. Интеграл Коши.
79. Формула Коши и ее следствия.
80. Первообразные в многосвязной области.
81. Классификация систем высокого порядка. Связь с комплексными системами.
82. Сопутствующая матрица характеристического пучка.
83. Теорема о представлении общего решения.
84. Цепочки собственных и присоединенных векторов пучка.
85. Слабо связанные эллиптические системы второго порядка.
86. Критерий слабой связанности систем.
87. Сильно эллиптические системы.



## 88. Сопряженные функции к решениям эллиптических систем второго порядка.

### *Рекомендуемая литература*

#### **Список основной литературы**

1. Андронов А.А., Леонтович Е.А., Гордон И.И., Майер А.Г. Качественная теория динамических систем второго порядка / – Москва : Наука, 2003. – 565 с. – Режим URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222208> (дата обращения: 22.11.2020)
2. Михайлов В.П. Дифференциальные уравнения в частных производных. – Москва: Наука, 1976. – 391 стр. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468230> (дата обращения: 22.11.2020).
3. Смирнов, М.М. Уравнения смешанного типа / М.М. Смирнов. – Москва : Наука, 1970. – 296 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468272> (дата обращения: 26.11.2020).
4. Люстерник Л.А., Янпольский А.Р., Михлин С.Г. Линейные уравнения математической физики : справочник. – Москва : Наука, 1964. – 367 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=112180> (дата обращения: 26.11.2020).
5. Васильева А.Б., Медведев Г.Н., Тихонов Н.А. Дифференциальные и интегральные уравнения. Вариационное исчисление в примерах и задачах. – Москва : Физматлит, 2005. – 214 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68123> (дата обращения: 26.11.2020).
6. Коврижкин, В.В. Задачи классического вариационного исчисления : учебное пособие. – Омск : Омский государственный университет, 2011. – 52 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=112180> (дата обращения: 26.11.2020).

#### **Список дополнительной литературы**

1. В Александров В., Болтянский В.Г., Лемак С.С. и др. Оптимальное управление движением : учебное пособие. – Москва : Физматлит, 2005. – 375 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82277> (дата обращения: 22.11.2020).
2. Громов Ю.Ю., Иванова О.Г., Алексеев В.В. и др. Специальные разделы теории управления : оптимальное управление динамическими системами: учебное пособие. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2012. – 108 с. –

URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277799> (дата обращения: 22.11.2020).

3. Крутиков, В.Н. Методы оптимизации : учебное пособие / В.Н. Крутиков. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2011. – 92 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232682> (дата обращения: 22.11.2020).

4. Сухарев, А.Г. Курс методов оптимизации : учебное пособие / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. – 2-е изд. – Москва : Физматлит, 2011. – 368 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76629> (дата обращения: 22.11.2020).

5. Копытов А.В., Кособуцкий А.В. Линейные и нелинейные уравнения физики : учебное пособие; Кемеровский государственный университет. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2018. – Ч. 1. Уравнения математической физики. – 82 с. –

URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495216> (дата обращения: 26.11.2020).

6. Сабитов, К.Б. Уравнения математической физики : учебник. – Москва : Физматлит, 2013. – 352 с. –

URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275562> (дата обращения: 26.11.2020).

7. Костецкая Г.С. , Радченко Т.Н. Уравнения математической физики эллиптического и параболического типов : учебное пособие : Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2017. – 117 с. –

:URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=570781> (дата обращения: 26.11.2020).

8. Сайко, Д.С., Ляхов Л.Н. , Минаева Н.В. Уравнения математической физики : учебное пособие. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2010. – 137 с. —

:URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142066> (дата обращения: 26.11.2020).

9. Авербух Ю.В., Сережникова Т.И. Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. – 42 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275720> (дата обращения: 26.11.2020)

10. Алексеев В.М., Галеев Э.М. , Тихомиров В.М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи : учебное пособие. – 3-е изд., испр. – Москва : Физматлит, 2011. – 408 с. –

: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67227> (дата обращения: 27.11.2020).

11. Гриняев Ю.В., Миньков Л.Л., Тимченко, Ушаков В.М. С.В. Методы математической физики : учебное пособие. ;. – Томск : Эль Контент, 2012. – 148 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208645> (дата обращения: 27.11.2020)

12. Алгазин С.Д. Численные алгоритмы классической математической физики : учебное пособие. – Москва : Диалог-МИФИ, 2010. – 240 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135962> (дата обращения: 27.11.2020)

13. Сайко, Д.С., Ляхов Л.Н., Минаева Н.В. Уравнения математической физики: учебное пособие. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2010. – 137 с. — :URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142066> (дата обращения: 26.11.2020).

### ***Примерные практические задания***

1. Каково фазовое пространство системы  $\dot{x} = f(\sin x, \cos y)$ ,  $\dot{y} = g(\sin x, \cos y)$ , у которой правые части  $f$  и  $g$  периодические функции по обоим переменным?

2. Докажите, что нулевое решение системы  $\dot{x} = -axy^4$ ,  $\dot{y} = byx^4$ ,  $a > 0, b > 0$  устойчиво. Объясните, почему оно не является асимптотически устойчивым.

3. Для системы

$$\dot{x} = \mu x - 2y - a^2 x(x^2 + y^2)^2,$$

$$\dot{y} = 2x + \mu y - b^2 y(x^2 + y^2)^2$$

определите тип и устойчивость положения равновесия  $x = y = 0$  в зависимости от значений  $\mu$ . Докажите, что при  $\mu > 0$  существует устойчивый предельный цикл.

4. Являются ли взаимосвязанными частота собственных колебаний нелинейной консервативной системы и амплитуда колебаний?

5. Сколько имеется областей параметрического резонанса уравнение Матьё?

6. Найти общее решение линейного неоднородного уравнения

$$(y + z) \frac{\partial u}{\partial x} + (x + z) \frac{\partial u}{\partial y} + (y + x) \frac{\partial u}{\partial z} = u.$$

7. Найти поверхность, удовлетворяющую уравнению  $x \frac{\partial z}{\partial x} + y \frac{\partial z}{\partial y} = 2xy$  и проходящую через линию  $y = x, z = x^2$ .

8. Определить тип уравнения, привести его к каноническому виду и найти общее решение этого уравнения:

$$u_{xx} - 2u_{xy} + u_{yy} + u_x - u_y = 0.$$

9. Для объекта первого порядка  $\dot{x} = ax + u, a < 0$  найти ограниченное  $|u(t)| \leq 1$  уравнение, при котором:

а) состояние объекта достигает из  $x(0) = 0$  в момент  $T=1$  максимального значения;

б) объект с параметром  $a = 1$ , двигаясь из состояния  $x(0) = 1$  в момент  $T=1$ , доставляет максимальное значение функционалу

$$J = \int_0^T (x(t) - 0,5t) dt.$$

### **3. Научно-квалификационная работа (диссертация) в форме научного доклада**

#### **3.1. Цель подготовки обучающимся научно-квалификационной работы (диссертации) в форме научного доклада**

Научно-квалификационная работа (диссертация) является заключительным этапом проведения государственных итоговых испытаний и имеет своей целью систематизацию, обобщение и закрепление теоретических знаний, практических умений, общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускника.

Основное содержание результатов научно-квалификационной работы (диссертации) оформляется в форме научного доклада. Научный доклад должен отвечать следующим требованиям:

Объем научного доклада по результатам научно-квалификационной работы (диссертации) должен составлять 20-25 страниц печатного текста (шрифт Time New Roman, кегль 14, междустрочный интервал – одинарный).

Структура научного доклада:

а) титульный лист;

б) общая характеристика работы (актуальность, степень разработанности темы исследования, цель и задачи, объект, предмет, гипотеза, организация и этапы исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, положения, выносимые на защиту);

в) основное содержание (основной текст научного доклада может быть разделен на главы или разделы);

г) заключение (итоги научно-квалификационной работы, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы);

д) список работ, опубликованных автором по теме научно-квалификационной работы (диссертации).

#### **3.2. Требования к результатам освоения компетенций**

По результатам защиты научно-квалификационной работы (диссертации) в форме научного доклада проверяется степень освоения выпускником следующих компетенций:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерирование новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- 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 (УК-2);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);
- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2);
- готовность к осуществлению самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области направленности (профиля) программы аспирантуры (ПК-1).