

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

ЧЕЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

"УТВЕРЖДАЮ"



Проректор по учебной работе

Н.У. Ярычев

25 2020 г.

**ОСНОВНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ПРОГРАММА
ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ
(АСПИРАНТУРА)**

Код и направление подготовки (специальности)	01.06.01 - Математика и механика
Код и наименования профиля подготовки (специальности)	Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Форма обучения	Очная / заочная
Срок освоения	4 года / 5 лет
Трудоемкость (в зачетных единицах)	240 з.е.

Грозный, 2020

Рабочая программа дисциплины «Государственная итоговая аттестация» /сост. Т.С. Алероев – Грозный: ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет», 2018.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Прикладная математика и компьютерные технологии», рекомендована к использованию в учебном процессе (протокол № 01 от 11.09.2020 г.). Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 г. № 866.

Т.С. Алероев, 2020

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

1. Государственная итоговая аттестация в структуре основной профессиональной образовательной программы (ОПОП)
 - 1.1. Место государственной итоговой аттестации в структуре ОПОП.
 - 1.2. Компетентностная характеристика выпускника аспирантуры
2. Формы государственной итоговой аттестации для аспирантов по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
3. Государственные аттестационные комиссии по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
4. Процедура проведения государственной итоговой аттестации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
5. Программа государственного экзамена
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение подготовки к государственному экзамену

1. Государственная итоговая аттестация в структуре основной профессиональной образовательной программы (ОПОП)

1.1. Место государственной итоговой аттестации в структуре ОПОП.

Государственная итоговая аттестация (ГИА), завершающая освоение имеющих государственную аккредитацию основных профессиональных образовательных программ, является итоговой аттестацией обучающихся в аспирантуре по программам подготовки научно-педагогических кадров.

В соответствии с ФГОС ВО подготовки аспирантов по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика», направленности 01.01.02 - Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление в блок «Государственная итоговая аттестация» (Блок 4, индекс Б4.Б.01(Г)) входит подготовка к сдаче государственного экзамена, сдача государственного экзамена (индекс Б4.Б.02 (Г)) и представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) (индекс Б4.Б.03 (Д)).

Государственная итоговая аттестация проводится государственными экзаменационными комиссиями в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися образовательных программ подготовки кадров высшей квалификации соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

К государственной итоговой аттестации допускаются обучающиеся в полном объеме выполнившие учебный план или индивидуальный учебный план по соответствующим образовательным программам.

Лицам, успешно прошедшим государственную итоговую аттестацию по программе подготовки кадров высшей квалификации по программам аспирантуры выдается соответственно диплом об окончании аспирантуры.

Трудоемкость дисциплины составляет 324 часа.

1.2. Требования к результатам проведения научных исследований

В результате освоения программы аспирант должен обладать следующими компетенциями:

а) универсальными компетенциями (УК):

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

- способностью 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);

- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);

- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5),

б) общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

- готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2),

в) профессиональными компетенциями (ПК):

- способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению новых научных и прикладных результатов в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления (ПК- 1);

- способностью самостоятельно разрабатывать курсы по выбору для студентов вузов по профилю научной направленности (ПК-2).

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- 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;

- современные методы численных и символьных вычислений, а также дискретные и топологические методы работы с математическими объектами и категориями; особенности представления математических результатов в устной и письменной форме с использованием средств ИКТ;

- основные методы решения задач в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления;

- основные понятия теории дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления, их эволюцию в процессе развития математики;

- основные понятия теории дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления, их эволюцию в процессе развития математики.

Уметь:

- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать результаты реализации этих вариантов;

- оценивать эффективность и логическую обоснованность различных решений математической задачи;

- оценивать возможность выбора различных методов при решении задач оптимального управления, динамических систем и дифференциальных уравнений;

- находить общие закономерности при анализе задач в области

дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления;

-при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации, исходя из наличных ресурсов и ограничений.

Владеть навыками:

- анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- оценивания прикладных аспектов математических исследований;
- использования математических методов решения задач оптимального управления, динамических систем и дифференциальных уравнений;
- выявления общих закономерностей при проведении исследований в области дифференциальных уравнений.

2. Формы государственной итоговой аттестации для аспирантов по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

2.1. В соответствии с ФГОС ВО (подготовка кадров высшей квалификации) к формам государственной итоговой аттестации относятся:

- государственный экзамен;
- защита научно-квалификационной работы.

2.2. Государственный экзамен позволяет выявить и оценить теоретическую подготовку аспиранта к решению профессиональных задач, готовность к основным видам профессиональной деятельности и включает проверку знаний и умений в области педагогики высшей школы, организации научно-исследовательской деятельности и методов и технологий научной коммуникации.

2.3. Защита научно-квалификационной работы является заключительным этапом проведения государственной итоговой аттестации.

2.4. Научно-квалификационная работа является результатом научно-исследовательской работы, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний, либо изложены научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития науки.

2.5. В научном исследовании, имеющем прикладной характер, должны приводиться сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов, а в научном исследовании, имеющем теоретический характер, рекомендации по использованию научных выводов.

2.6. Научно-квалификационная работа должна быть написана аспирантом самостоятельно, обладать внутренним единством, содержать новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты. Предложенные аспирантом решения должны быть аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

2.7. Основные научные результаты проведенного исследования должны быть опубликованы в рецензируемых научных изданиях и журналах (не менее трех публикаций). К публикациям, в которых излагаются основные научные результаты научно-исследовательской работы, приравниваются патенты на изобретения, свидетельства на полезную модель, патенты на селекционные достижения, свидетельства на программу для электронных вычислительных машин, базу данных, топологию интегральных микросхем, зарегистрированные в установленном порядке.

2.8. Требования к содержанию, структуре и оформлению научно-квалификационной работы регламентируются Положением о научно-квалификационной работе выпускников аспирантуры ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет».

3. Государственные аттестационные комиссии по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

3.1. Для проведения государственной итоговой аттестации формируются государственные аттестационная комиссия.

3.2. Государственные аттестационные комиссии руководствуются в своей деятельности Положением ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОГРАММАМ ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ, соответствующими федеральными государственными образовательными стандартами в части, касающейся требований к государственной итоговой аттестации аспирантов.

3.3. Основными задачами государственных аттестационных комиссий являются:

- определение соответствия результатов освоения аспирантом программы научно-педагогических кадров в аспирантуре требованиям федерального государственного образовательного стандарта;
- принятие решения о выдаче аспиранту, успешно прошедшему государственную итоговую аттестацию по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, диплома об окончании аспирантуры и присвоении квалификации.

3.4. Государственные аттестационные комиссии возглавляют председатели (при отсутствии председателей - их заместители). Председателем (заместителем председателя) государственной аттестационной комиссии утверждается лицо, не работающее в Чеченском государственном университете, из числа докторов наук, профессоров соответствующего профиля.

3.5. Председатель государственной экзаменационной комиссии утверждается Министерством образования и науки Российской Федерации. Состав государственных аттестационной комиссий с указанием ученой степени, ученого звания, занимаемой должности и специальности членов комиссии, согласно номенклатуре специальностей научных работников,

утверждается приказом ректора Чеченского государственного университета не позднее, чем за 30 дней до начала проведения государственной итоговой аттестации.

3.6. В составе государственной аттестационной комиссии должно быть не менее двух докторов педагогических наук, одного доктора или кандидата наук по каждому профилю подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, по которой государственная аттестационная комиссия проводит государственную итоговую аттестацию, с указанием их ученой степени, ученого звания, занимаемой должности и специальности согласно номенклатуре специальностей научных работников.

3.7. Состав государственной аттестационной комиссии по защите научно-квалификационных работ формируется из профессорско-преподавательского состава Чеченского государственного университета, представителей работодателей, ведущих преподавателей других организаций (университетов).

3.8. Государственные экзаменационные комиссии действуют в течение одного календарного года.

3.9. На период проведения государственной итоговой аттестации приказом ректора Чеченского государственного университета назначается секретарь комиссии из числа профессорско-преподавательского состава или учебно-вспомогательного персонала подразделений Чеченского государственного университета, который не является членом государственной аттестационной комиссии.

4. Процедура проведения государственной итоговой аттестации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

4.1. Государственная итоговая аттестация проводится по месту нахождения Чеченского государственного университета.

4.1. Государственная итоговая аттестация начинается с государственного экзамена.

4.2. Дата и время проведения государственного экзамена, защиты научно-квалификационной работы устанавливаются приказом ректора Университета по согласованию с председателями государственных аттестационных комиссий и доводится до всех членов государственных аттестационных комиссий и аспирантов не позднее, чем за 20 дней до начала приема государственного экзамена.

4.3. Перед государственным экзаменом для аспирантов проводятся консультации.

4.4. Государственный экзамен может проводиться как в устной, так и в письменной форме по билетам. Для подготовки ответа аспирант использует экзаменационные листы, которые хранятся после приема государственного экзамена в личном деле аспиранта.

4.5. На каждого аспиранта заполняется протокол приема государственного экзамена, в который вносятся вопросы билетов и дополнительные вопросы членов государственной аттестационной комиссии. Протокол приема государственного экзамена подписывается всеми присутствующими на экзамене членами государственной аттестационной комиссии.

4.6. Уровень знаний аспиранта оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Критерии соответствующих оценок.

Оценка «Отлично»: выставляется за обстоятельный, безошибочный ответ на вопросы– экзаменационного билета и дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Аспирант правильно определяет понятия и категории науки, свободно ориентируется в теоретическом и практическом материале, относящемся к предмету.

Оценка «Хорошо»: выставляется за правильные и достаточно полные ответы на вопросы– экзаменационного билета, не содержащие грубых ошибок и упущений, если возникли некоторые затруднения при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

Оценка «Удовлетворительно»: выставляется при недостаточно полном ответе на вопросы, содержащиеся в экзаменационном билете, если возникли серьезные затруднения при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

Оценка «Неудовлетворительно»: выставляется в случае отсутствия необходимых для ответа теоретических– знаний по дисциплинам специализации, если выявлена на данный момент неспособность к решению задач, связанных с его будущими профессиональными обязанностями.

Результаты государственного экзамена объявляются аспиранту в тот же день после оформления протокола заседания комиссии.

4.7. Аспиранты, не прошедшие государственную итоговую аттестацию в форме государственного экзамена, к защите научно-квалификационной работы не допускаются.

Научно-квалификационная работа подлежит рецензированию. Порядок рецензирования определяется Положением о научно-квалификационной работе аспирантов ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет». Научный руководитель аспиранта представляет в государственную аттестационную комиссию отзыв на научно-квалификационную работу аспиранта. Аспирант должен быть ознакомлен с рецензией рецензента, отзывом научного руководителя в срок не позднее, чем за 7 дней до защиты научно-квалификационной работы.

4.8. Защита научно-квалификационной работы проводится на заседании государственной аттестационной комиссии с участием не менее двух третей ее состава в соответствии с настоящим Положением. В процессе защиты научно-квалификационной работы члены государственной аттестационной комиссии должны быть ознакомлены с рецензией рецензента и отзывом научного руководителя аспиранта.

4.9. Решение о защите научно-квалификационной работы принимается простым большинством голосов членов государственной аттестационной комиссии, участвующих в заседании, при обязательном присутствии

председателя комиссии или его заместителя. При равном числе голосов председатель комиссии (в случае отсутствия председателя - его заместитель) обладает правом решающего голоса.

4.10. На каждого аспиранта, защищающего научно-квалификационную работу, заполняется протокол. В протокол вносятся мнения членов государственной аттестационной комиссии о защищаемой научно-квалификационной работе, уровне сформированных компетенций, знаниях и умениях, выявленных в процессе государственной итоговой аттестации, перечень заданных вопросов и характеристика ответов на них, а также вносится запись особых мнений.

4.11. Протокол подписывается всеми членами государственной аттестационной комиссии, которые присутствовали на защите научно-квалификационной работы.

4.12. Защита научно-квалификационной работы аспиранта оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Критерии соответствующих оценок.

Оценка «Отлично» выставляется, если: работа носит исследовательский характер, содержит грамотно изложенную теоретическую базу, содержательный анализ практического материала; характеризуется логичным, изложением материала с соответствующими выводами и обоснованными предложениями; при защите работы студент показывает глубокие знания вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные рекомендации, а во время доклада использует качественный демонстрационный материал; свободно и полно отвечает на поставленные вопросы; на работу имеются положительные отзывы научного руководителя и рецензента.

Оценка «Хорошо» выставляется, если: научно-квалификационная работа носит исследовательский характер, содержит грамотно изложенную теоретическую базу, достаточно подробный анализ практического материала. Характеризуется в целом последовательным изложением материала. Выводы по

работе носят правильный, но не вполне развернутый характер; научно-квалификационная работа позитивно характеризуется научным руководителем и оценивается как «хорошая» в рецензии; при защите аспирант в целом показывает знания вопросов темы, умеет привлекать данные своего исследования, вносит свои рекомендации; Во время доклада используется демонстрационный материал, не содержащий грубых ошибок, аспирант без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.

Оценка «Удовлетворительно» выставляется, если: научно-квалификационная работа носит исследовательский характер, содержит теоретическую главу и базируется на практическом материале, но отличается поверхностным анализом и недостаточно критическим разбором. В работе просматривается непоследовательность изложения материала, представлены недостаточно обоснованные утверждения; в отзывах руководителя и рецензента имеются замечания по содержанию работы и методики анализа; при защите аспирант проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает полного, аргументированного ответа на заданные вопросы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется, если: научно-квалификационная работа не носит исследовательского характера, не содержит анализа и практического разбора; не отвечает требованиям, изложенным в методических указаниях вуза; не имеет выводов либо они носят декларативный характер; в рецензии выставлена неудовлетворительная оценка; при защите аспирант затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки.

5. Программа государственного экзамена

1. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям. Составление дифференциальных уравнений. Основные понятия и определения теории дифференциальных уравнений.

2. Геометрическая интерпретация обыкновенного дифференциального уравнения 1-го порядка и его решения. Поле направлений. Метод изоклин. Исследование геометрических свойств решений.

3. Задача Коши для дифференциального уравнения 1-го порядка. Теорема о существовании и единственности решения задачи Коши для дифференциального уравнения 1-го порядка.

4. Общие методы решения дифференциальных уравнений. Метод последовательных приближений Пикара. Разложение в степенные ряды.

5. Общие методы решения дифференциальных уравнений. Метод изоклин. Численное интегрирование дифференциальных уравнений. Метод ломаных Эйлера.

6. Уравнения 1-го порядка. Уравнения с разделяющимися переменными и приводящиеся к ним.

7. Однородные дифференциальные уравнения 1-го порядка и приводящиеся к ним.

8. Линейные дифференциальные уравнения 1-го порядка. Метод Лагранжа вариации произвольной постоянной.

9. Линейные дифференциальные уравнения 1-го порядка. Метод Бернулли.

10. Уравнения Бернулли. Метод Бернулли. Уравнения Риккати.

11. Уравнения в полных дифференциалах. Методы решения.

12. Интегрирующий множитель.

13. Уравнения 1-го порядка, неразрешённые относительно производной. Теорема о существовании и единственности решения задачи Коши. Интегрирование уравнений, неразрешённых относительно производной.

14. Интегрирование уравнений, неразрешённых относительно производной. Уравнения Лагранжа. Уравнения Клеро.

15. Нахождение особых решений дифференциальных уравнений. Особые точки, особые решения.

16. Дифференциальные уравнения высших порядков. Задача Коши. Теорема Коши. Понятие о краевых задачах.

17. Понижение порядка дифференциальных уравнений (примеры).

18. Однородные линейные дифференциальные уравнения. Сохранение линейности и однородности уравнения.

19. Линейная зависимость и независимость функций. Примеры. Определитель Вронского и случаи решения однородных линейных дифференциальных уравнений.

20. Фундаментальные системы решений обыкновенных линейных дифференциальных уравнений.

21. Свойства семейства решений обыкновенных линейных дифференциальных уравнений. Нахождение решений. Формула Остроградского–Лиувилля.

22. Интегрирование обыкновенных линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Характеристический многочлен. Случай простых корней.

23. Интегрирование обыкновенных линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Характеристический многочлен. Случай кратных корней.

24. Неоднородные линейные дифференциальные уравнения. Общее решение. Принцип суперпозиции.

25. Метод вариации произвольных постоянных для решения неоднородных уравнений.

26. Интегрирование неоднородных линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами и специальной правой частью в виде квазимногочлена.

27. Понятие о системах дифференциальных уравнений. Типы систем дифференциальных уравнений. Основные определения, связанные с системами.

28. Нормальная система дифференциальных уравнений. Формулировка начальных условий (задача Коши). Сведение канонических систем к нормальным.

29. Методы решений нормальной системы дифференциальных уравнений (сведение системы к одному уравнению высшего порядка, нахождение интегрируемых комбинаций).

30. Интегрирование однородных линейных систем дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Решения однородных систем для различных корней характеристического уравнения.

31. Автономные системы. Фазовая плоскость, особые точки, траектории. Классификация особых точек и траекторий.

32. Автономные системы 2-го порядка. Нахождение и определение типа особых точек линейных и нелинейных систем.

33. Общие понятия теории уравнений в частных производных. Решение квазилинейных уравнений первого порядка.

34. Задача Коши для квазилинейных уравнений первого порядка. Теорема Коши-Ковалевской.

35. Классификация уравнений с частными производными второго порядка и приведение их к каноническому виду.

36. Вывод одномерного волнового уравнения. Начальные и граничные условия. Постановки краевых задач.

37. Решение задачи Коши для волнового уравнения и системы уравнений акустики методом Даламбера. Полубесконечная струна. Решение методом Даламбера.

38. Характеристики уравнений с частными производными второго порядка. Области зависимости и влияния. Условия на характеристиках.

39. Характеристики гиперболических систем с двумя независимыми переменными. Условия на характеристиках.

40. Метод Фурье решения краевой задачи для волнового уравнения. Различные постановки задач.

41. Уравнение теплопроводности (вывод). Постановки краевых задач. Приведение неоднородных краевых задач к однородным.
42. Принцип максимума для уравнения теплопроводности.
43. Теоремы единственности начальной задачи для уравнения теплопроводности.
44. Решение начальной задачи для уравнения теплопроводности. Формула Пуассона для уравнения теплопроводности.
45. Решение различных краевых задач для уравнения теплопроводности методом Фурье.
46. Принцип максимума для уравнения Лапласа.
47. Уравнение Лапласа в цилиндрических координатах.
48. Решение задачи Дирихле для круга методом Фурье в виде ряда и интеграла Пуассона.
49. Понятие о корректности постановок задач. Пример Адамара.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение подготовки к государственному экзамену

Основная литература

1. Колмогоров, А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа / А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. -7-е изд. -М. : Физматлит, 2012. -573 с
RL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82563> .
2. Арнольд В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1984
3. Трикоми Ф. Дифференциальные уравнения. М.: УРСС, 2003.
4. Арнольд В.И. Теория катастроф. М.: Наука, 1990.
5. Демидович Б.П. Дифференциальные уравнения. М.: Лань, 2008.
6. Амелькин В.В. Дифференциальные уравнения в приложениях. М.: УРСС, 2003
7. Тихомиров, В.М. Оптимальное управление / В.М. Тихомиров, В.М. Алексеев,
8. С.В. Фомин. - М. :Физматлит, 2007. - 192 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67593>.
9. Мищенко Е.Ф. Динамические системы и оптимизация. М.: Наука, 2007 .

Дополнительная литература

1. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. М.: УРСС, 2002 11. Демьянов В.Ф. Условия экстремума и вариационное исчисление. М.: Высшая школа, 2005.
2. Андреева Е.А. Вариационное исчисление и методы оптимизации. М.: Высшая школа, 2006.
3. Галеев Э.М. Оптимальное управление. М.: МЦНМО, 2008.
4. Алексеев В.М. Оптимальное управление. М.: Наука, 1979.
5. Болтянский В.Г. Оптимальное управление дискретными системами М.: Наука, 1973.

6. Оптимальное управление / под ред. Н.П. Осмоловский, В.М. Тихомиров. -М.: МЦНМО, 2008. -320 с. [Электронный ресурс]. -URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63270>.

7. Болибрух А.А. Динамические системы и смежные вопросы М.: Наука, 1997

8. Мищенко Е.Ф. Дифференциальные уравнения и динамические системы. М.: Наука, 2005.

9. Брин М.И. Гладкие динамические системы. М.: Мир, 1977

10. Орстейн Д. Эргодическая теория, случайность и динамические системы. М.: Мир, 1978.

11. Арнольд, В.И. Особенности дифференцируемых отображений / В.И. Арнольд, А.Н. Варченко, С.М. Гусейн-Заде. -М. : МЦНМО, 2009. -672 с. - [Электронный ресурс]. -URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=62956>.

Интернет ресурсы:

1. Электронный научно-информационный ресурс издательства Springer <http://link.springer.com/>.

2. Консорциум НЭИКОН (доступ к полнотекстовым архивам ведущих зарубежных журналов) <http://neicon.ru/ru/resources/archive>.

3. Библиографическая и реферативная база данных Scopus <http://www.scopus.com/>.

4. <http://www.wolframalpha.com/> – online система компьютерной математики

5. <https://cloud.sagemath.com/> -- портал облачных сервисов для математиков и программистов

6. Электронная библиотека научных публикаций - <http://www.eLibrary.ru>

7. ЭБС «Университетская библиотека online» - <http://biblioclub.ru/>