


Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 15.06.2026 12:25:16 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bf98f4b6b77e48c09a8788b84d2313	 МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	стр. 1
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) "Применения дробного интегро-дифференциального исчисления" по направлению подготовки (специальности) 01.04.01 Математика направленности (профилю) Уравнения с дробными производными ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		

Фонд оценочных средств
 для промежуточной аттестации
 по дисциплине (модулю)
Применения дробного интегро-дифференциального исчисления

Направление подготовки (специальность)
01.04.01 «Математика»

Направленность (профиль)
«Уравнения с дробными производными»

Присваиваемая квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Челябинск, 2026 г.



Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств	3
2. Перечень формируемых компетенций	4
3. Содержание оценочных средств по дисциплине	5
3.1. Виды оценочных средств	5
3.2. Содержание оценочных средств	6
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации	7
4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации	8
4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств	8
4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций.....	9



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) "Применения дробного интегро-дифференциального исчисления" по направлению подготовки (специальности) 01.04.01 "Математика" направленности (профилю) Уравнения с дробными производными ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 3

1. Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки: 01.04.01 Математика.

Направленность: Уравнения с дробными производными.

Дисциплина: Применения дробного интегро-дифференциального исчисления.

Семестры: 3.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Балльно-рейтинговая система оценки знаний студента по дисциплине выстраивается на основе балловой оценки различных форм деятельности студентов.



2. Перечень формируемых компетенций

Изучение дисциплины «Применения дробного интегро-дифференциального исчисления» направлено на формирование компетенций, приведённых в таблице 1.

Таблица 1. Результаты обучения по дисциплине.

Код и наименование компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП ВО	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-1 Способен проводить научно-исследовательскую работу в области дифференциальных уравнений	ПК-1.1. Демонстрирует знание основных теоретических положений и методов в области проводимых научных исследований. ПК-1.2. Демонстрирует умения сбора и анализа информации по тематике проводимых исследований. ПК-1.3. Имеет практический опыт установления новых фактов и закономерностей в области научных исследований.	Знать: • основные теоретические положения и методы дробного интегро-дифференциального исчисления, необходимых для решения прикладных задач. Уметь: • собирать, анализировать и давать критическую оценку информации по тематике дробного интегро-дифференциального исчисления и его применения в различных областях науки и техники. Владеть: • навыками применения дробного интегро-дифференциального исчисления для построения, исследования и анализа математических моделей, описывающих динамические системы, процессы и явления в различных областях, а также для установления новых фактов и закономерностей.



3. Содержание оценочных средств по дисциплине

3.1. Виды оценочных средств

Таблица 2. Виды оценочных средств.

Код, наименование компетенции согласно ФГОС	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Контролируемые темы/разделы	Семестр	Номер задания	Наименование оценочного средства
ПК-1 Способен проводить научно-исследовательскую работу в области дифференциальных уравнений	1.1 Знать: основные теоретические положения и методы дробного интегро-дифференциального исчисления, необходимых для решения прикладных задач.	– Применение элементов дробного исчисления	3	1-5	Задание открытого типа с развернутым ответом
	1.2 Уметь: собирать, анализировать и давать критическую оценку информации по тематике дробного интегро-дифференциального исчисления и его применения в различных областях науки и техники.	– Применение элементов дробного исчисления	3	6-10	Задание открытого типа с развернутым ответом
	1.3 Владеть: навыками применения дробного	– Применение элементов дробного исчисления	3	11-15	Задание открытого типа с развернутым ответом



	интегро-дифференциального исчисления для построения, исследования и анализа математических моделей, описывающих динамические системы, процессы и явления в различных областях, а также для установления новых фактов и закономерностей.				
--	---	--	--	--	--

Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе дисциплины (модуля). Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре.

3.2. Содержание оценочных средств

Темы докладов:

1. Линейные математические модели вязкоупругого тела, основанные на производных дробного порядка
2. Редукция определяющего уравнения Работнова к модели Р.Л. Торвик-П.Дж. Торвик вязкоупругого тела
3. Применение у уравнению диффузии Фурье
4. Применение к гиперболю-параболическим уравнениям второго порядка с нехарактеристической линией изменения типа
5. Применение к уравнению Эйлера - Дарбу - Пуассона и параболически вырождающемуся гиперболическому уравнению
6. Применение к гиперболю-параболическому уравнению второго порядка с характеристической линией изменения типа
7. Применение к задаче Трикоми для уравнения смешанного эллиптико-гиперболического типа
8. Применение к сплошным средам с памятью
9. Уравнение переноса в средах с фрактальной геометрией
10. Применение к проблеме регуляции задачи Дарбу
11. Задача Самарского в видоизмененной постановке для нелокального диффузионного уравнения



12. Смешанная задача для однородного нелокального волнового уравнения
13. Смешанная задача для однородного нелокального волнового уравнения
14. Математическая модель процесса трансформации полей температуры и влажности в приземном слое атмосферы
15. Уравнения роста численности популяции

Вопросы для зачета:

1. Линейные математические модели вязкоупругого тела, основанные на производных дробного порядка
2. Редукция определяющего уравнения Работнова к модели Р.Л. Торвик-П.Дж. Торвик вязкоупругого тела
3. Применение у уравнению диффузии Фурье
4. Применение к гиперболо-параболическим уравнениям второго порядка с нехарактеристической линией изменения типа
5. Применение к уравнению Эйлера - Дарбу - Пуассона и параболически вырождающемуся гиперболическому уравнению
6. Применение к гиперболо-параболическому уравнению второго порядка с характеристической линией изменения типа
7. Применение к задаче Трикоми для уравнения смешанного эллиптико-гиперболического типа
8. Применение к сплошным средам с памятью
9. Уравнение переноса в средах с фрактальной геометрией
10. Применение к проблеме регуляции задачи Дарбу
11. Задача Самарского в видоизмененной постановке для нелокального диффузионного уравнения
12. Смешанная задача для однородного нелокального волнового уравнения
13. Смешанная задача для однородного нелокального волнового уравнения
14. Математическая модель процесса трансформации полей температуры и влажности в приземном слое атмосферы
15. Уравнения роста численности популяции



4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Продолжительность зачета – 90 минут. За каждое выполненное задание билета студент может получить от 1 до 3 баллов. Если задание выполнено правильно, то оно оценивается 3 баллами. Если задание выполнено с ошибками, то баллы снижаются в зависимости от количества допущенных ошибок. Если допущена одна ошибка, то задание оценивается 2 баллами, допущены две ошибки – 1 балл. Если допущено более двух ошибок в задании или студент не выполнил какое-либо задание из билета, то за него он получает 0 баллов. Максимальное количество баллов за зачет – 6.

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

Высокий уровень освоения проверяемых компетенций	Средний уровень освоения проверяемых компетенций	Базовый уровень освоения проверяемых компетенций	Низкий уровень освоения проверяемых компетенций
6 баллов	5 баллов	4 балла	0 – 3 балла
Обучающийся последовательно, грамотно и логически стройно излагает материал; владеет основными математическими методами и алгоритмами решения задач; умеет строить математические модели, увязывать теорию с практикой, показывает умение применять знания.	Обучающийся грамотно и по существу излагает материал; владеет основными математическими методами; не допускает существенных ошибок, но испытывает затруднения в выводах и доказательствах; умеет применять основные положения и формулы для решения задач.	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не умеет делать выводов и доказательств; допускает ошибки, приводит недостаточно правильные формулировки; с трудом увязывает основные положения с практикой.	Обучающийся не знает основополагающих вопросов изучаемого курса или значительной части программного материала; допускает ошибки, обнаруживает неумение их исправлять; не может увязать теорию с практикой.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций для доклада:

В семестре 3 доклада. На доклад отводится 15-20 минут в конце пары (каждую пару 1 доклад). Каждый студент готовит доклад по одной из предложенных тем. Максимальное количество баллов за доклады - 30.

Оценка "зачтено" выставляется за 20-30 баллов, "не зачтено" - менее 20 баллов.

Полнота доклада оценивается по следующим критериям:

1. Полнота изложения теоретического материала
2. Достаточное количество примеров к теоретическому материалу
3. Приведены примеры к определениям и теоремам



4. Приведены контрпримеры, демонстрирующие при каких условиях не применимы теоремы.

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за каждый этап при прохождении промежуточной аттестации:

Оценка "не зачтено" выставляется за 19 и менее баллов;

Оценка "зачтено" выставляется за 20 и более баллов:

20-26 баллов (уровень 1);

27-30 баллов (уровень 2);

31-36 баллов (уровень 3).

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке отлично:
 - предполагает формирование компетенций на высоком уровне, готовность к самостоятельной профессиональной деятельности: формируются навыки устанавливать связи между различными понятиями и с другими областями математики, навыки доказывать теоремы, навыки систематизации данных, необходимых для приложения полученных знаний в различных областях.
 - студент способен дать полное представление об основных понятиях интегро-дифференциальных уравнений, использовать математический язык, способен решать задачи и упражнения, используя определения, теоремы и технические приёмы, формулировать собственные выводы.
2. Средний уровень соответствует оценке хорошо:
 - предполагает формирование компетенций на более высоком уровне: формируется комплексное знание связи между различными понятиями и с другими областями математики, навыки доказывать теоремы;
 - студент способен использовать математический язык, способен решать задачи и упражнения, используя определения, теоремы и технические приёмы.
 - студент способен давать развернутые ответы на теоретические вопросы дисциплины на уровне не ниже оценки «удовлетворительно».
3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно:
 - предполагает формирование компетенций на начальном уровне: знание основных понятий и теорем интегро-дифференциальных уравнений, необходимых для решения задач в профессиональной деятельности;
 - студент способен решать базовые задачи. Количество правильных ответов – не менее 50%.
4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно.



MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE RUSSIAN FEDERATION
Federal State Budgetary Educational
Institution of Higher Education
“Chelyabinsk State University” (FSBEI HE “CSU”)

Evaluation Fund for interim certification of the course (module) “Applications of Fractional Integro-Differential Calculus” in the master’s program 01.04.01 “Mathematics” direction Fractional Differential Equations FSBEI HE “CSU”

pp. 1

Evaluation Fund
for interim certification
on course (module)
Applications of Fractional Integro-Differential Calculus

Master's Program
01.04.01 «Mathematics»

Direction
«Fractional Differential Equations»

Degree
Master's

Mode of study
Full-time

Chelyabinsk, 2026



Table of Contents

1. Passport of the assessment fund	3
2. List of competencies to be formed	4
3. Content of assessment tools for the course	5
3.1. Types of assessment tools	5
3.2. Content of assessment tools	6
4. Procedure for conducting and criteria for evaluation of interim certification.....	8
4.1. Procedure for interim certification.....	8
4.2. Assessment criteria for interim certification by types of assessment tools	8
4.3. Results of interim attestation and levels of competencies formed.....	9



1. Passport of the assessment fund

Master’s program: 01.04.01 Mathematics.

Direction: Fractional Differential Equations.

Course: Applications of Fractional Integro-Differential Calculus.

Semesters: 3.

The form of the interim assessment: credit.

The point-rating system for assessing a student's knowledge in a course is based on a point assessment of various forms of student activity.



2. List of competencies to be formed

The study of the course “Applications of Fractional Integro-Differential Calculus” is aimed at the formation of competences given in Table 1.

Table 1. Learning outcomes of the course.

Code and name of competencies according to FSBE (BPEP HE)	Indicators of competence achievement according to BPEP HE	List of planned learning outcomes of the course
1	2	3
PC-1 Able to carry out research work in the field of differential equations	<p>PC-1.1 Demonstrates knowledge of the basic theoretical principles and methods in the field of scientific research.</p> <p>PC-1.2. Demonstrates the ability to collect and analyze information on the subject of ongoing research.</p> <p>PC-1.3. Has practical experience in establishing new facts and patterns in the field of scientific research.</p>	<p>Know:</p> <ul style="list-style-type: none"> the main theoretical principles and methods of fractional integro-differential calculus necessary for solving applied problems. <p>Be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> to collect, analyze and critically evaluate information on the subject of fractional integro-differential calculus and its application in various fields of science and technology. <p>Possess:</p> <ul style="list-style-type: none"> skills in applying fractional integro-differential calculus to construct, research, and analyze mathematical models describing dynamical systems, processes, and phenomena in various fields, as well as to establish new facts and patterns.



3. Content of assessment tools for the course

3.1. Types of assessment tools

Table 2. Types of assessment tools.

Code and name of competencies according to FSBE (BPEP HE)	List of planned learning outcomes for the discipline	Controlled Topics/ Sections	Semester	Task number	Name of the assessment tool
PC-1 Able to carry out research work in the field of differential equations	1.1 Know: the main theoretical principles and methods of fractional integro-differential calculus necessary for solving applied problems.	Application of fractional calculus elements	3	1-5	Open-ended question with a detailed answer
	1.2 Be able to: to collect, analyze and critically evaluate information on the subject of fractional integro-differential calculus and its application in various fields of science and technology.	Application of fractional calculus elements	3	6-10	Open-ended question with a detailed answer
	1.3 Possess: skills in applying fractional integro-differential calculus to construct, research, and analyze mathematical	Application of fractional calculus elements	3	11-15	Open-ended question with a detailed answer



	models describing dynamical systems, processes, and phenomena in various fields, as well as to establish new facts and patterns..				
--	---	--	--	--	--

Standard tasks, criteria and assessment indicators within the framework of the ongoing control are presented in the work program of the course (module). Complete sets of assessment tools and control and measuring materials are stored at the department.

3.2. Content of assessment tools

Topics of the reports:

1. Linear mathematical models of viscoelastic bodies based on fractional derivatives
2. Reduction of the defining Rabonov equation to the R.L. Torvik-P.J. Torvik model of a viscoelastic body
3. Application of the Fourier diffusion equation
4. Application to second-order hyperbolic-parabolic equations with an uncharacteristic line of type change
5. Application to the Euler-Darboux-Poisson equation and the parabolic degenerate hyperbolic equation
6. Application to a second-order hyperbolic-parabolic equation with a characteristic line of type change
7. Application to the Tricomi problem for an equation of mixed elliptic-hyperbolic type
8. Application to continuous media with memory
9. The transport equation in media with fractal geometry
10. Application of the Darboux problem to the problem of regulation
11. Samarsky's problem in a modified formulation for the nonlocal diffusion equation
12. A mixed problem for a homogeneous nonlocal wave equation
13. A mixed problem for a homogeneous nonlocal wave equation
14. Mathematical model of the transformation process of temperature and humidity fields in the surface layer of the atmosphere
15. Population growth equations

Questions for the credit:

1. Linear mathematical models of viscoelastic bodies based on fractional derivatives
2. Reduction of the defining Rabonov equation to the R.L. Torvik-P.J. Torvik model of a viscoelastic body
3. Application of the Fourier diffusion equation
4. Application to second-order hyperbolic-parabolic equations with an uncharacteristic line of type change



5. Application to the Euler-Darboux-Poisson equation and the parabolic degenerate hyperbolic equation
6. Application to a second-order hyperbolic-parabolic equation with a characteristic line of type change
7. Application to the Tricomi problem for an equation of mixed elliptic-hyperbolic type
8. Application to continuous media with memory
9. The transport equation in media with fractal geometry
10. Application of the Darboux problem to the problem of regulation
11. Samarsky's problem in a modified formulation for the nonlocal diffusion equation
12. A mixed problem for a homogeneous nonlocal wave equation
13. A mixed problem for a homogeneous nonlocal wave equation
14. Mathematical model of the transformation process of temperature and humidity fields in the surface layer of the atmosphere
15. Population growth equations



4. Procedure for conducting and criteria for evaluation of interim certification

4.1. Procedure for interim certification

The duration of the credit is 90 minutes. The student can receive from 1 to 3 points for each completed task of the ticket. If the task is performed correctly, it is evaluated with 3 points. If the task is performed with mistakes, the points are reduced depending on the number of mistakes made. If one mistake is made, the building is evaluated with 2 points, if two mistakes are made, the building is evaluated with 1 point. If more than two mistakes are made in a task or the student has not completed any task from the ticket, he/she receives 0 points for it. The maximum number of points for credit is 6.

4.2. Assessment criteria for interim certification by types of assessment tools

High level of mastery of the tested competencies	Average level of mastering the tested competencies	Basic level of mastering the competencies being tested	Low level of mastery of the tested competencies
6 points	5 points	4 points	0 – 3 points
The student consistently, competently and logically presents the material; possesses basic mathematical methods and algorithms for solving problems; is able to build mathematical models, link theory and practice, shows the ability to apply knowledge.	The student presents the material competently and substantially; knows the basic mathematical methods; does not make significant errors, but has difficulties in conclusions and proofs; is able to apply the basic provisions and formulas to solve problems.	The student has knowledge only of the basic material, but is not able to draw conclusions and evidence; makes mistakes, provides insufficiently correct formulations; has difficulty linking the main provisions with practice.	The student does not know the fundamental issues of the course or a significant part of the program material, makes mistakes, reveals the inability to correct them, can not link theory and practice.

Description of indicators and criteria for assessing competencies for the report:

There are 3 reports in the semester. 15-20 minutes are allocated for the report at the end of the pair (each pair 1 report). Each student prepares a report on one of the proposed topics. The maximum number of points for the reports is 30.

The grade “pass” is given for 20-30 points, “fail” - less than 20 points.

The completeness of the report is evaluated by the following criteria:

1. Completeness of presentation of theoretical material
2. Sufficient number of examples to the theoretical material
3. Examples are given for definitions and theorems
4. Counterexamples are given to show under what conditions the theorems do not apply.



4.3. Results of interim attestation and levels of competencies formed

The results of the current assessment are taken into account when summarizing the results. The points received for the current certification are summed up with the points received for each stage during the intermediate certification.:

The score "not counted" is given for 19 or less points.;

The "credited" score is given for 20 or more points:

20-26 points (level 1);

27-30 points (level 2);

31-36 points (level 3).

The specifics of the procedure for assessing the learning outcomes of people with disabilities and people with disabilities are outlined in the work program of the course (module).

The levels of competence formation are defined as follows

1. A high level of competence formation corresponds to an excellent assessment:

- involves the formation of competencies at a high level, readiness for independent professional activity: skills are formed to establish connections between different concepts and with other areas of mathematics, skills to prove theorems, skills to systematize data necessary for the application of acquired knowledge in various fields.

- the student is able to give a complete understanding of the basic concepts of integro-differential equations, use mathematical language, is able to solve problems and exercises using definitions, theorems and techniques, and formulate their own conclusions.

2. The average level corresponds to the assessment of good:

- involves the formation of competencies at a higher level: a comprehensive knowledge of the relationship between various concepts and other areas of mathematics is formed, skills to prove theorems;

- the student is able to use mathematical language, is able to solve problems and exercises using definitions, theorems and techniques.

- the student is able to give detailed answers to the theoretical questions of the course at a level not lower than the grade "satisfactory".

3. The basic level corresponds to the grade satisfactory:

- involves the formation of competencies at the initial level: knowledge of the basic concepts and theorems of integro-differential equations necessary to solve problems in professional activity;

- the student is able to solve basic tasks. The number of correct answers is at least 50%.

4. A low level corresponds to an unsatisfactory assessment.

