



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП



(подпись)

Ефремов Е.Л.

(Ф.И.О.)

« 28 » декабря 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента математики



(подпись)

Заболотский В.С.

(Ф.И.О.)

« 28 » декабря 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Вычислимые функции

Направление подготовки 01.04.01 Математика

Математика и моделирование сложных систем

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3

лекции 16 час.

практические занятия 18 час.

лабораторные работы 00 час.

в том числе с использованием МАО лек. - / пр. 6 / лаб. 00 час.

всего часов аудиторной нагрузки 34 час.

в том числе с использованием МАО 6 час.

самостоятельная работа 74 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет не предусмотрен

экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 01.04.01 Математика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 октября 2018 г. № 12.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента математики
протокол № 6 от « 28 » декабря 2021 г.

Директор департамента Заболотский В.С.

Составитель

к.ф.-м.н. Ефремов Е.Л.

Владивосток

2021

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Вычислимые функции» предназначена для магистрантов 2 курса магистратуры 01.04.01 Математика, магистерской программы «Математика и моделирование сложных систем».

Дисциплина «Вычислимые функции» входит в блок дисциплин по выбору части дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.03), реализуется на 2 курсе, в 3 семестре, завершается экзаменом. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 З.Е. (108 час.). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (16 час.), практические занятия (18 час.), самостоятельная работа (74 час., в том числе 27 час. на подготовку к экзамену).

Язык реализации – русский.

Цель: формирование фундаментальных и систематизированных знаний в области вычислимых функций, приобретение представлений о новейших тенденциях развития математического инструментария.

Задачи:

- Изучить основные разделы теории вычислимых функций.
- Овладеть современным математическим аппаратом для дальнейшего использования при решении теоретических и прикладных задач.
- Научиться строить алгоритмы вычисления частичных функций и определять их сложность.

Для успешного изучения дисциплины «Вычислимые функции» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способен видеть методологические аспекты построения математических теорий;
- умеет применять системный подход в формализации математических задач;
- знает основные разделы математической логики, теории алгоритмов и теории сложности,
- владеет навыками решения стандартных задач математической логики, теории алгоритмов и теории сложности.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются профессиональные компетенции.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
проектно-технологический	ПК-5 Способен разрабатывать и применять математические методы для решения задач научной и проектно-технологической деятельности	ПК-5.1 Выбирает оптимальные системы программирования, наиболее подходящие для решения поставленной задачи
		ПК-5.2 Применяет на практике методы моделирования информационных процессов, осуществляет работы над производственным проектом в составе группы научных специалистов
	ПК-6 Способен разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности	ПК-6.1 Обосновывает необходимость работы над конкретным проектом, проводит анализ и дает оценку его эффективности, осуществляет защиту предлагаемого проекта, показывает его востребованность на выбранном рынке
		ПК-6.2 Применяет методы построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния, и прогноза развития экономических процессов и явлений в работе над проектом по выбранной тематике

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-5.1 Выбирает оптимальные системы программирования, наиболее подходящие для решения поставленной задачи	Знает основные методы теории вычислимых функций, использующиеся при решении стандартных задач профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий
	Умеет применять основные понятия, теоремы и методы теории вычислимых функций при решении стандартных задач профессиональной деятельности
	Владеет способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры
ПК-5.2 Применяет на практике методы моделирования информационных процессов, осуществляет работы над производственным проектом в составе группы научных специалистов	Знает основные понятия, методы и факты теории вычислимых функций, использующиеся для передачи результата проведенных физико-математических и прикладных исследований
	Умеет передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах математической и физической теории
	Владеет способностью передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области изученного явления
ПК-6.1 Обосновывает необходимость работы над конкретным проектом, проводит анализ и дает оценку его эффективности, осуществляет защиту предлагаемого проекта, показывает его востребованность на выбранном рынке	Знает основные современные образовательные и информационные технологии, их достоинства и недостатки по сравнению с традиционными технологиями
	Умеет применять на практике основные методы решения задач производственной и технологической деятельности на профессиональном уровне, обосновывать необходимость работы над конкретным проектом.

	Владет навыками анализа и оценки эффективности проекта, защиты и демонстрации востребованности
ПК-6.2 Применяет методы построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния, и прогноза развития экономических процессов и явлений в работе над проектом по выбранной тематике	Знает основные методы решения задач производственной и технологической деятельности на профессиональном уровне; методы алгоритмических и программных решений в области программирования, математических, информационных и имитационных моделей
	Умеет применять на практике основные методы решения задач производственной и технологической деятельности на профессиональном уровне, методы построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния и прогноза развития экономических процессов и явлений
	Владет методами теории вычислимых функций, алгоритмов, алгоритмизации и программирования, для решения задач ориентирования в современном информационном пространстве

2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы (108 академических часов). Форма обучения – очная.

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
Лаб	Лабораторные работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации
			Лек	Пр	Лаб	СР	Контроль	
1	Раздел 1. Аспекты лямбда-исчисления	3	2	6		6	3	УО-1, ПР-1
2	Раздел 2. Конверсия	3	6	6		18	10	УО-1, ПР-1
3	Раздел 3. Редукция	3	4	2		13	8	УО-1, ПР-1
4	Раздел 4. Теории и модели	3	4	4		10	6	УО-1, ПР-1
	Итого:		16	18		47	27	

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (16 часов)

Раздел 1. Аспекты лямбда-исчисления (2 часа)

Введение. Основания математики и лямбда-исчисление. Вычисления и лямбда-исчисление. Чистое лямбда-исчисление. Полные частично-упорядоченные множества. Топология Скота.

Раздел 2. Конверсия (6 часов)

Тема 1. Лямбда-термы и конверсия (4 часа)

Лямбда-термы. Теорема о неподвижной точке. Некоторые синтаксические понятия и обозначения. Подстановка. Комбинаторная полнота. Экстенциональность. Непротиворечивость.

Тема 2. Некоторые варианты теории лямбда (2 часа)

Комбинаторная логика. Представление рекурсивных функций. Разрешимые и неразрешимые термы.

Раздел 3. Редукция (4 часа)

Понятие редукции. Графы термов. β -редукция. η -редукция.

Тема 4. Теории и модели (4 часа)

Лямбда-теории. Осмысленные теории. Модели из термов. Полнота теорий. Комбинаторные алгебры. Лямбда-алгебры и лямбда-модели. Синтаксические модели. Модели в декартово замкнутых категориях.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия (18 часов)

Занятие 1. Частично-рекурсивные функции (2 часа).

Занятие 2. Частично-упорядоченные множества и топология Скота (2 часа).

Занятие 3. Элементы рекурсивной геометрии (2 часа).

Занятие 4. Формальные языки и вычислимость (2 часа).

Занятие 5. Лямбда-термы (2 часа).

Занятие 6. Нормальные формы лямбда-термов (2 часа).

Занятие 7. Графы термов (2 часа).

Занятия 8. Теории (2 часа).

Занятия 9. Модели (2 часа).

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
3 семестр				
1	В течение семестра	Выполнение домашних заданий	32	Проверка на практических занятиях
2	В течение семестра	Подготовка к устному опросу	15	Устный опрос
3	В течение семестра	Подготовка к экзамену	27	Экзамен

Список учебной литературы представлен в разделе V. Основными учебниками, в которых можно посмотреть большинство изучаемых объектов и фактов, являются источники [1, 2] основной литературы и [6, 7] дополнительной литературы. В библиотеке ДВФУ доступны печатные экземпляры основных и дополнительных источников. Электронные версии учебно-методических пособий составителя и справочные материалы можно найти на сайте <http://efremov-el.ru/>.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы по дисциплине представлены в разделе VI.

Типовые домашние задания, вопросы на экзамен, критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков представлены в разделе VIII.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства – наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Аспекты лямбда-исчисления	ПК-6.1	знает	- устный опрос	- вопросы к экзамену по теме «Аспекты лямбда-исчисления» (вопросы к экзамену 1-10)
			умеет	- задания на практических занятиях	- экзаменационная задача по теме «Аспекты лямбда-исчисления»
			владеет	- индивидуальное домашнее задание	- дополнительные задания на экзамене
2	Конверсия	ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-6.2	знает	- устный опрос	- вопросы к экзамену по теме «Конверсия» (вопросы к экзамену 11-16)
			умеет	- задания на практических занятиях	- экзаменационная задача по теме «Конверсия»
			владеет	- домашнее практическое задание	- дополнительные задания на экзамене
3	Редукция	ПК-5.2 ПК-6.1 ПК-6.2	знает	- устный опрос	- вопросы к экзамену по теме «Редукция» (вопросы к экзамену 17-21)
			умеет	- задания на практических занятиях	- экзаменационная задача по теме «Редукция»
			владеет	- домашнее практическое задание	- дополнительные задания на экзамене
4	Теории и модели	ПК-5.1 ПК-6.1	знает	- устный опрос	- вопросы к экзамену по теме «Теории и модели» (вопросы к экзамену 22-26)
			умеет	- задания на практических занятиях	- экзаменационная задача по теме «Теории и модели»
			владеет	- домашнее практическое задание	- дополнительные задания на экзамене

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

У. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Ершов Ю.Л., Палютин Е.А. Математическая логика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:674414&theme=FEFU>
2. Гринченков Д.В., Потоцкий С.И. Математическая логика и теория алгоритмов для программистов. – М.: КноРус, 2010.
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:288695&theme=FEFU>
3. Глухов М.М., Шишков А.Б. Математическая логика. Дискретные функции. Теория алгоритмов. – СПб.: Лань, 2012.
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:842405&theme=FEFU>
4. Попов С.В., Брошкова Н.Л. Прикладная логика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:662909&theme=FEFU>
5. Ефремов Е.Л. Алгоритмы вычисления частичных функций : учебно-методическое пособие / Е.Л. Ефремов. – Владивосток : Издательство Дальневосточного федерального университета, 2021. – 48 с.

Дополнительная литература

1. Чень Ч., Ли Р. Математическая логика и автоматическое доказательство теорем. – М.: Наука, 1983.
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:47959&theme=FEFU>
2. Непейвода Н.Н. Прикладная логика. – Ижевск: Изд-во Удмуртского университета, 1997.
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:22564&theme=FEFU>
3. Роджерс Х. Теория рекурсивных функций и эффективная вычислимость. – М.: Мир, 1972.
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:83201&theme=FEFU>
4. Мальцев А.И. Алгоритмы и рекурсивные функции. – М.: Наука, 1986.
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:52435&theme=FEFU>
5. Игошин В.И. Математическая логика и теория алгоритмов. – М.: Академия, 2004.
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:299340&theme=FEFU>
6. Манин Ю.И. Вычислимое и невычислимое. – М.: Сов. Радио, 1980.
<https://library.dvfu.ru/lib/document/EK/49B305E9-4B4A-4B99-AB53-EE67EC5C8A51/>
7. Барендрегт Х. Лямбда-исчисление. Его синтаксис и семантика: Пер. с англ. – М.: Мир, 1985.
<https://library.dvfu.ru/lib/document/EK/5CB08C8A-3ADC-45CE-882C-737EF176C803/>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет

<http://efremov-el.ru/> – сайт с учебными материалами, скачиваемой учебной литературой, специальным программным обеспечением, успеваемостью студентов.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5741804519.html> – Математическая логика и теория алгоритмов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Гурова Л.М., Зайцева Е.В. - М: Издательство Московского государственного горного университета, 2006.

<https://e.lanbook.com/book/2242> – Лавров И.А. Максимова Л.Л. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов. – М.: Физматлит. 2002. – 256 с.

<http://www.knigafund.ru/books/187079> – Судоплатов С. В., Овчинникова Е. В. Математическая логика и теория алгоритмов: Учебник - Новосибирск: НГТУ, 2012. – 254 с

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины. Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратите внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, практические занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, практические занятия, задания для самостоятельной работы.

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Практические занятия акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса. Каждое практическое занятие преподавателем задаётся общее домашнее задание, которое необходимо выполнить к следующему практическому занятию. Домашнее задание проверяется совместно со всеми студентами группы на практическом занятии.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче экзамена, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

Работа с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

Подготовка к экзамену. К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (практические, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий. Подготовка к экзамену состоит в систематизации полученных знаний и умений, повторении основных теоретических вопросов, методов решения задач и разборе решённых на практических занятиях задач. При подготовке к экзамену стоит обратить внимание на тренировку способности устного изложения сути вопроса, доказательств основных утверждений. Оценка за экзамен ставится по пятибалльной системе.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
D820 - учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (36 п.м.)	Мультимедийное оборудование: Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice 50 см черная кайма сверху, размер рабочей области 236x147 см Документ-камера Avervision CP355AF ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA Мультимедийный проектор Mitsubishi EW330U, 3000 ANSI Lumen, 1280x800 Сетевая видеокамера Multipix MP-HD718.	
D732 - учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (45 п.м.)	Мультимедийное оборудование: Экран проекционный Projecta Elpro Large Electron, 300x173 см, размер рабочей области 290x163 Документ-камера Avervision CP 355 AF Мультимедийный проектор, Mitsubishi FD630U, 4000 ANSI Lumen, 1920x1080 Сетевая видеокамера Multipix MP-HD718 ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA ЖК-панель 42", Full HD, LG M4214 CCBA ЖК-панель 42", Full HD, LG M4214 CCBA.	

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы

пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-5 ПК-6	знает (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> - систему знаний о формальных системах, вычисляемых функциях, теориях и моделях - значение теории вычисляемых функций и лямбда-исчисления и методов этой науки в других областях науки и техники 	<ul style="list-style-type: none"> - знание определений, основных понятий теории вычисляемых функций и лямбда-исчисления - основных законов естественно-научных (математических) дисциплин и их роли в профессиональной деятельности 	<ul style="list-style-type: none"> - способность дать определения основных понятий теории вычисляемых функций и лямбда-исчисления - способность перечислить источники информации - способность работы с компьютером как в социальной сфере, так и в области познавательной и профессиональной деятельности
	умеет (продвинутый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> - применять свои знания по теории вычисляемых функций и лямбда-исчисления при решении теоретических и прикладных вопросов 	<ul style="list-style-type: none"> - умение применять полученные знания для решения математических задач - использовать математический язык и символику при построении моделей - обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные - применять методы теории вычисляемых функций и лямбда-исчисления, теоретического и экспериментального исследования 	<ul style="list-style-type: none"> - способность самостоятельно изучить доказательство некоторых теорем теории вычисляемых функций и лямбда-исчисления - способность применять изученные методы для нестандартного решения поставленных задач - способность обосновать выбранный метод решения

	владеет (высокий)	- основными алгоритмическими методами	- владение математическими, статистическими и количественными методами решения типовых организационно-управленческих и научных задач - владение навыками работы с компьютером как в социальной сфере, так и в области познавательной и профессиональной деятельности	- способность уверенно владеть методами теории вычислимых функций и лямбда-исчисления при решении типовых организационно-управленческих и научных задач - способность бегло и точно применять терминологический аппарат предметной области исследования в устных ответах на вопросы и в письменных работах
--	-------------------	---------------------------------------	---	---

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для текущей аттестации

В учебном семестре по каждому разделу дисциплины текущая аттестация проводится в следующей форме:

- устный опрос,
- решение заданий на практических занятиях у доски,
- выполнение домашней работы.

Выполнение домашней работы осуществляется студентом самостоятельно вне часов аудиторных занятий. Задания выполняются аккуратным и разборчивым почерком с подробным решением, ответ указывается в конце задания.

Устный опрос проводится как во время лекции, так и во время практических занятий. Он направлен на контроль готовности студентов к восприятию нового материала и решению задач по изученным вопросам. За правильные ответы на вопросы оценка не ставится, но отсутствие правильного ответа фиксируется и в дальнейшем учитывается при оценивании ответа на экзамене. Аналогичным образом оценивается решение заданий на практических занятиях у доски и выполнение домашней работы.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Вычислимые функции» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамен (3-й, осенний семестр). Экзамен по дисциплине включает выполнение трёх заданий: два теоретических вопроса по разным разделам дисциплины и одно практическое задание.

Методические указания по сдаче экзамена

Экзамен принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению директора департамента (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили практические занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Института по учебной и воспитательной работе, директор департамента имеет право принять экзамен в отсутствие ведущего преподавателя.

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на экзамене, должно составлять не более 30 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на экзамене посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Института, руководителя ОПОП или директора департамента) не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются на экзамен с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка по пятибалльной системе, которая вносится в экзаменационную ведомость. При неявке студента на экзамен в ведомости делается запись «не явился».

Вопросы к экзамену

1. Основания математики и лямбда-исчисление.
2. Вычисления и лямбда-исчисление.

3. Понятие чистого лямбда-исчисления.
4. Элементы рекурсивной геометрии.
5. Формальные языки и вычислимость.
6. Полные частично-упорядоченные множества.
7. Топология Скота.
8. Лямбда-термы.
9. Нормальные формы лямбда-термов
10. Теорема о неподвижной точке.
11. Некоторые синтаксические понятия и обозначения.
12. Подстановка.
13. Комбинаторная полнота.
14. Экстенциональность.
15. Непротиворечивость.
16. Комбинаторная логика.
17. Представление рекурсивных функций.
18. Разрешимые и неразрешимые термы.
19. Понятие редукции.
20. Графы термов.
21. β -редукция.
22. η -редукция.
23. Лямбда-теории.
24. Осмысленные теории.
25. Модели из термов.
26. Полнота теорий.
27. Комбинаторные алгебры.
28. Лямбда-алгебры и лямбда-модели.
29. Синтаксические модели.
30. Модели в декартово замкнутых категориях.

Примерные практические задания экзаменационной работы

1. Показать, что подмножество $\{z \mid x \subseteq z\}$ в п.ч.у.м. не обязательно открыто.
2. Показать, что в общем случае если f монотонна, то необязательно f непрерывна.
3. Показать, что в полной решётке D точная нижняя грань (инфинум) ΠX существует для любого $X \subseteq D$.
4. Пусть D – непрерывная решётка. Показать, что D – инъективное топологическое пространство.
5. Показать, что следующие термы имеют нормальные формы:
(1) $(\lambda u. uu)(\lambda ab. a)I(SS)$

(2) $(\lambda yz. zy)((\lambda x. xxx)(\lambda x. xxx))(\lambda w. I)$

(3) $SSSSSSS$

6. Показать, что

(1) $I\#K$

(2) $I\#S$

(3) $xy\#xx$

7. Показать, что аппликация не ассоциативна.

8. Показать, что $\neg\exists F\forall MN(F(MN) = M)$. Указание: показать, что $F(xy)\#x$.

9. Показать, что $\exists M\forall N(MN = MM)$. Указание: применить теорему о неподвижной точке.

10. Показать, что $(\lambda y. (\lambda x. M))N = \lambda x. ((\lambda yM)N)$.

11. Нарисовать графы $G(M)$ для следующих термов:

(1) $M \Leftrightarrow (\lambda x. Ixx)(\lambda x. Ixx)$

(2) $M \Leftrightarrow (\lambda x. I(xx))(\lambda x. I(xx))$

(3) $M \Leftrightarrow WI(WI)$, где $W \Leftrightarrow \lambda xy. xyу$.

12. Показать, что $\lambda x. x\#\lambda x. xxx$.

13. Пусть \mathcal{M} - комбинаторная алгебра. Показать, что в \mathcal{M}

(1) $\exists a\forall xy(axxy = xyу)$

(2) $\exists a\forall xy(axxy = xaa)$

Критерии выставления оценки студенту на экзамене

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Оценка «отлично» ставится студенту, если он верно сформулировал определения и факты, касающиеся полученных теоретических вопросов, доказал теоремы и утверждения (возможно, с негрубыми неточностями, не приводящими к противоречиям и нарушению логики рассуждений) и верно решил практическое задание.

Оценка «хорошо» ставится студенту, если он верно сформулировал определения и факты, касающиеся полученных теоретических вопросов, приступил к доказательству теорем и утверждений и верно решил практическое задание, но при этом не выполнил другие критерии оценки «отлично».

Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, если он верно сформулировал определения и факты, касающиеся полученных теоретических вопросов, и приступил к решению практического задания, но при этом не выполнил другие критерии оценки «отлично».

В противном случае ставится **оценка «неудовлетворительно»**.

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Объектами оценивания выступают:

– учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

– степень усвоения теоретических знаний;

– уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

– результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.