Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет
имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет физико-математического и технологического образования
Кафедра высшей математики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической работе
_____ С.Н. Титов
« 25 » июня 2021 г.

ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ

Программа учебной дисциплины
Предметно-методического модуля

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки),

направленность (профиль) образовательной программы
Технология. Информатика.

(очная форма обучения)

Составитель: Череватенко О.И.,
доцент кафедры высшей математики

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета факультета физико-математического и технологического образования, протокол от «21» июня 2021 г. №7

Ульяновск, 2021

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 01D77C644FC1E54000000006381D0002
Владелец: Титов Сергей Николаевич
Действителен: с 19.07.2021 до 19.07.2022

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория алгоритмов» относится к дисциплинам Блока 1. Дисциплины (модули) обязательной части предметно-методического модуля учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) образовательной программы «Технология. Информатика», очной формы обучения.

Материал дисциплины базируется на элементах курсов «Основы линейной алгебры», «Математическая логика» и призван расширить, углубить и обобщить знания студентов из разных разделов математики, установить общие структурные закономерности различных математических процессов.

Результаты изучения дисциплины являются теоретической и методологической основой для изучения дисциплин «Программирование», «Основы искусственного интеллекта», спецкурсов по математике и информатики, для прохождения практик и итоговой аттестации

1. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Теория алгоритмов» является формирование представления о понятиях алгоритма и вычислимой функции; умения самостоятельного конструирования некоторых алгоритмов

Задачей освоения дисциплины, наряду с интуитивным определением понятия алгоритма и необходимостью его дальнейшего уточнения, познакомить студентов с разными формами такого уточнения. В рамках одной из этих форм рассматриваются классы частично-рекурсивных и рекурсивных функций. В качестве примера математических машин изучается машина Тьюринга, рассматриваются машины, вычисляющие простейшие функции, исследуются операции над машинами Тьюринга и основы конструирования машин.

В результате освоения программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Теория алгоритмов» (в таблице представлено соотнесение образовательных результатов обучения по дисциплине с индикаторами достижения компетенций):

Компетенция и индикаторы ее достижения в дисциплине	Образовательные результаты дисциплины (этапы формирования дисциплины)		
	знает	умеет	владеет
ПК-11 Способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в области образования			

ПК-11.1. Знает основные научные понятия и особенности их использования, методы и приёмы изучения и анализа литературы в предметной области; основы организации исследовательской деятельности; основные информационные технологии поиска, сбора, анализа и обработки данных; интерпретирует явления и процессы в контексте общей динамики и периодизации исторического развития предмета, с учетом возможности их использования в ходе постановки и решения исследовательских задач.	ОР-1 Знает основные фундаментальные понятия предметной области; основные методы и приёмы изучения и анализа литературы в предметной области; основные представления о методах организации и осуществления исследований в предметной области ОР-2 Знает значение терминов и понятий предметной области; основные информационные технологии поиска, сбора, анализа и обработки данных; основные методы исследования в предметной области.		
ПК-13. Способен соотносить основные этапы развития предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) с ее актуальными задачами, методами и концептуальными подходами, тенденциями и перспективами ее современного развития. ПК-13.1. Знает основные этапы исторического развития предметной области.	ОР-3 Знает основные события, хронологию развития предметной области, а также ее основных разделов		

2. **Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Номер семестра	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации
	Всего		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные занятия, час	Самостоят. работа, час	
	Трудоемк.						
	Зач. ед.	Часы					
4	2	72	12	-	20	40	зачет
Итого:	2	72	12	-	20	40	

3. **Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

3.1.Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Наименование раздела и тем	Количество часов по формам организации обучения			
	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
4 семестр				
Понятие алгоритма. Необходимость его уточнения	2	2	2	6
Примитивно и частично рекурсивные функции. Примеры. Тезис Черча.	2		2	10
Понятие машины Тьюринга.	2		4	4
Вычислимые и частично вычислимые по Тьюрингу функции. Правильная	2		6	4

вычислимость по Тьюрингу.				
Операции над машинами Тьюринга. Элементарные МТ. Конструирование МТ. Нумерация машин Тьюринга.	2		6	6
Неразрешимые алгоритмические проблемы. Алгоритмическая сводимость.	2			10
Итого по 4 семестру	**12**	**-**	**20**	**40**
Всего по дисциплине:	**12**	**-**	**20**	**40**

3.2.Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

Краткое содержание курса

I. ПОНЯТИЕ АЛГОРИТМА. НЕОБХОДИМОСТЬ ЕГО УТОЧНЕНИЯ.

Введение. Алгоритмы в математике. основные черты алгоритма. история и основные направления развития теории алгоритмов. необходимость уточнения понятия алгоритма.

II. ПРИМИТИВНО И ЧАСТИЧНО РЕКУРСИВНЫЕ ФУНКЦИИ. ПРИМЕРЫ. ТЕЗИС ЧЕРЧА.

Понятие простейших функций. Суперпозиция и примитивная рекурсия. Примеры. Операция минимизации. Примеры. Понятие примитивно рекурсивной функции. Примитивная рекурсивность простейших некоторых элементарных функций. Понятие частично рекурсивной функции, примитивно и частично рекурсивного множества. Тезис Чёрча.

III. ПОНЯТИЕ МАШИНЫ ТЬЮРИНГА.

Понятие машины Тьюринга. Внешний алфавит и алфавит внутренних состояний. Начальное и заключительное состояния машины. Программа машины. Принцип работы машины. Понятие слова и конфигурации. Примеры применения конкретных машин к конкретным словам.

IV. ВЫЧИСЛИМЫЕ И ЧАСТИЧНО ВЫЧИСЛИМЫЕ ПО ТЬЮРИНГУ ФУНКЦИИ. ПРАВИЛЬНАЯ ВЫЧИСЛИМОСТЬ ПО ТЬЮРИНГУ.

Понятие вычислимой и частично вычислимой по Тьюрингу функций. Правильная вычислимость по Тьюрингу. Правильная вычислимость простейших рекурсивных функций.

V. ОПЕРАЦИИ НАД МАШИНАМИ ТЬЮРИНГА. ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ МТ. КОНСТРУИРОВАНИЕ МТ. НУМЕРАЦИЯ МАШИН ТЬЮРИНГА.

Композиция и ветвление машин Тьюринга. Циклический сдвиг. Примеры. Пример конструирования машины Тьюринга. Нумерация машин. Существование функции, невычислимой по Тьюрингу.

VI. НЕРАЗРЕШИМЫЕ АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ. АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ СВОДИМОСТЬ.

Понятие алгоритмической сводимости. Алгоритмически неразрешимые проблемы: распознавания самоприменимости и применимости, проблема остановки, определения общерекурсивности алгоритма, доопределения частично рекурсивной функции до рекурсивной и др.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является особой формой организации учебного процесса, представляющая собой планируемую, познавательно, организационно и методически направляемую деятельность студентов, ориентированную на достижение конкретного результата, осуществляемую без прямой помощи преподавателя. Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям и экзамену. Она предусматривает, как правило, разработку рефератов, написание докладов, выполнение творческих, индивидуальных заданий в соответствии с учебной программой (тематическим планом изучения дисциплины). Тема для такого выступления может быть предложена преподавателем или избрана самим студентом, но материал выступления не должен дублировать лекционный материал. Реферативный материал служит дополнительной информацией для работы на практических занятиях. Основная цель данного вида работы состоит в обучении студентов методам самостоятельной работы с учебным материалом. Для полноты усвоения тем, вынесенных в практические занятия, требуется работа с первоисточниками. Курс предусматривает самостоятельную работу студентов со специальной литературой. Следует отметить, что самостоятельная работа студентов результативна лишь тогда, когда она выполняется систематически, планомерно и целенаправленно.

Задания для самостоятельной работы предусматривают использование необходимых терминов и понятий по проблематике курса. Они нацеливают на практическую работу по применению изучаемого материала, поиск библиографического материала и электронных источников информации, иллюстративных материалов. Задания по самостоятельной работе даются по темам, которые требуют дополнительной проработки.

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме выполнения тестовых заданий, письменных проверочных работ по дисциплине.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме выполнения домашних заданий.

Темы рефератов

1. Неразрешимые алгоритмические проблемы. Проблема распознавания самоприменимости МТ.
2. Неразрешимые алгоритмические проблемы. Проблема распознавания применимости МТ.
3. Неразрешимые алгоритмические проблемы. Проблема остановки.

4. Неразрешимые алгоритмические проблемы. Проблема определения общерекурсивности алгоритма.

Примерные задания для самостоятельной работы.

1. Сконструировать МТ, правильно вычисляющую данную функцию.
2. Доказать примитивную (частичную) рекурсивность данной функции.

Примерные задания для контрольной работы.

1. Определить, в какое слово переработает данная машина Тьюринга данное слово.
2. Сконструировать МТ, работающую по данному принципу.
3. Сконструировать МТ, правильно вычисляющую данную функцию.
4. Доказать примитивную (частичную) рекурсивность данной функции.
5. Применить к данным функциям операцию примитивной рекурсии.

Для самостоятельной подготовки к занятиям по дисциплине рекомендуется использовать учебно-методические материалы:

1. Баринова И.В., Череватенко О.И. Задачник-практикум по теории алгоритмов. Учебно-методическое пособие - Ульяновск: УлГПУ им. И.Н.Ульянова, 2011. – 25 с.

5. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Организация и проведение аттестации студента

ФГОС ВО в соответствии с принципами Болонского процесса ориентированы преимущественно не на сообщение обучающемуся комплекса теоретических знаний, но на выработку у бакалавра компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки бакалавров необходимо используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентностного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

Цель проведения аттестации – проверка освоения образовательной программы дисциплины-практикума через сформированность образовательных результатов.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных компетенций.

Оценочными средствами текущего оценивания являются: доклад, тесты по теоретическим вопросам дисциплины, защита практических работ и т.п. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на практических (семинарских, лабораторных) занятиях.

№ п/п	**СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ,** используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции	Образовательные результаты дисциплины
	Оценочные средства для текущей аттестации ОС-1 Защита реферата	ОР-1 Знает основные фундаментальные понятия предметной области;

	ОС-2 Самостоятельная работа ОС-3 Контрольная работа	основные методы и приёмы изучения и анализа литературы в предметной области; основные представления о методах организации и осуществления исследований в предметной области ОР-2 Знает значение терминов и понятий предметной области; основные информационные технологии поиска, сбора, анализа и обработки данных; основные методы исследования в предметной области. ОР-3 Знает основные события, хронологию развития предметной области, а также ее основных разделов
	Оценочные средства для промежуточной аттестации **зачет (экзамен)** ОС-4 зачет в форме устного собеседования	

Описание оценочных средств и необходимого оборудования (демонстрационного материала), а так же процедуры и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования в процессе освоения образовательной программы представлены в Фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Материалы для организации текущей аттестации представлены в п.5 программы.

Материалы, используемые для промежуточного контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

ОС-4 Зачет в форме устного собеседования

Примерные вопросы к зачету

1. Интуитивное понятие алгоритма. Необходимость его уточнения.
2. Понятие суперпозиции функций. Примеры.
3. Схема примитивной рекурсии. Примеры.
4. Операция минимизации. Примеры.
5. Понятие примитивно рекурсивной функции. Примеры.
6. Понятие частично рекурсивной функции. Примеры. Тезис Чёрча.
7. Понятие частичной характеристической функции множества. Примитивно и частично рекурсивные множества. Алгоритм построения частично рекурсивных функций.
8. Операция слабой минимизации. Понятие рекурсивной функции. Некоторые свойства рекурсивных функций.
9. Операции перестановки и циклической перестановки аргументов.
10. Операции введения фиктивной переменной и отождествления аргументов.
11. Ограниченная сумма и ограниченное произведение функций.
12. Понятие машины Тьюринга.

13. Вычислимость функции по Тьюрингу.
14. Правильная вычислимость по Тьюрингу.
15. Композиция машин Тьюринга. Примеры.
16. Ветвление машины Тьюринга.
17. Правильная вычислимость по Тьюрингу суперпозиции и примитивной рекурсии правильно вычислимых функций.
18. Нумерация алгоритмов.
19. Существование функции, не вычислимой по Тьюрингу.

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы студентов на лекционных и практических занятиях путем суммирования заработанных баллов в течение семестра.

Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине

Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

		Посещение лекций	Посещение практических занятий	Работа на практических занятиях	Зачет
4 семестр	Разбалловка по видам работ	6 x 1=6 баллов	10 x 1=10 баллов	152 баллов	32 балла
	Суммарный макс. балл	6 баллов max	16 балла max	168 балла max	200 баллов max

Критерии оценивания работы обучающегося по итогам 4 семестра

Оценка	**Баллы (2 ЗЕ)**
«зачтено»	101-200
«не зачтено»	100 и менее

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное изучение курса требует от обучающихся посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Запись **лекции** – одна из форм активной самостоятельной работы обучающихся, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель оставляет время (5 минут) для того, чтобы обучающиеся имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удается осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Подготовка к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям студент должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений, возникающих при освоении теоретического материала, студенту следует обращаться за

консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале практического занятия преподаватель знакомит студентов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задания. В течение отведенного времени на выполнение работы студент может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. В конце занятия проводится прием выполненных заданий, собеседование со студентом.

Результаты выполнения практических зданий оцениваются в баллах, в соответствии с балльно-рейтинговой системой университета.

Планы практических занятий

Занятие 1. Алгоритмы. Свойства алгоритмов**.**
Цель: Установить основные свойства алгоритмов, интуитивное понятие алгоритма.
Рекомендации к самостоятельной работе
1. Проработать материал по теме практического занятия.
2. Повторить лекционный материал по теме «Алгоритмы. Свойства алгоритмов.

Занятие 2. Примитивно рекурсивные функции.
Цель: Познакомиться с понятием РФ, ПРФ, ЧРФ, научиться определять будет ли функция ПРФ, научиться определять будет ли функция ЧРФ и какова разница между классами ПРФ и ЧРФ
Рекомендации к самостоятельной работе
1. Проработать материал по теме практического занятия.
2. Повторить лекционный материал по теме занятия.

Занятие 3. Машины Тьюринга. Применение МТ к словам.
Цель: Познакомится с МТ, выяснить для чего она нужна, каковы ее основные части и принципы работы
Рекомендации к самостоятельной работе
1. Проработать материал по теме практического занятия.
2. Повторить лекционный материал по теме занятия.

Занятие 4. Машины Тьюринга. Применение МТ к словам.
Цель: Закрепить основные принципы работы МТ.
Рекомендации к самостоятельной работе
1. Проработать материал по теме практического занятия.
2. Повторить лекционный материал по теме занятия.

Занятие 5. Конструирование МТ.
Цель: Научиться составлять программы для МТ.
Рекомендации к самостоятельной работе
1. Проработать материал по теме практического занятия.
2. Повторить лекционный материал по теме занятия.

Занятие 6. Конструирование МТ.
Цель: Закрепить навыки составления программ для МТ.
Рекомендации к самостоятельной работе
1. Проработать материал по теме практического занятия.
2. Повторить лекционный материал по теме занятия.

Занятие 7. Функции вычислимые по Тьюрингу.

Цель: Научиться вычислять арифметические функции с помощью МТ.
Рекомендации к самостоятельной работе
1. Проработать материал по теме практического занятия.
2. Повторить лекционный материал по теме занятия.

Занятие 8, 9. Функции вычислимые по Тьюрингу.
Цель: Закрепить навыки вычисления арифметических функций с помощью МТ.
Рекомендации к самостоятельной работе
1. Проработать материал по теме практического занятия.
2. Повторить лекционный материал по теме занятия.

Занятие 10. Контрольная работа

Подготовка к **контрольной работе**.

При подготовке к контрольной работе необходимо изучить теоретический материал по дисциплине. С целью оказания помощи студентам при подготовке к контрольной работе преподавателем проводится групповая консультация с целью разъяснения наиболее сложных вопросов теоретического материала.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

Основная литература

1. Лавров И.А., Максимова Л.Л. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов. – М: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 258с. (http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=75576&sr=1)
2. Судоплатов С.В., Овчинникова Е.В. Математическая логика и теория алгоритмов: учебник - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 254 с. Электронный ресурс: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=135676&sr=1

Дополнительная литература

1. Математическая логика и теория алгоритмов: учебное пособие / сост. А.Н. Макоха, А.В. Шапошников, В.В. Бережной; Министерство образования Российской Федерации [и др.]. – Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2017. – 418с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467015– Библиогр. в кн. – Текст: электронный.
2. Широков, Д. В. Теория алгоритмов: учебное пособие / Д. В. Широков. — Киров: ВятГУ, 2017. — 163 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/134610. — Режим доступа: для авториз. Пользователей
3. Ланских, В. Г. Основы теории алгоритмов: учебное пособие / В. Г. Ланских. — Киров: ВятГУ, 2017. — 78 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/164446. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Просолупов Е. В. Курс лекций по дискретной математике: учебное пособие, Ч. 3. Теория алгоритмов и теория графов. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. - 84с. Электронный ресурс: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=458101&sr=1

Интернет-ресурсы

- Электронная библиотека http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=231616
- Электронная библиотека http://znanium.com/bookread2.php?book=241722
- Общероссийский математический портал http://www.mathnet.ru