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
«24» июня 2022 г.

ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ

Программа учебной дисциплины предметно-методического модуля

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки
44.03.01 Педагогическое образование,

направленность (профиль) образовательной программы
Информатика,

(заочная форма обучения)

Составитель: Череватенко О.И., к.ф.-м.н.,
доцент кафедры высшей математики

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета факультета физико-математического и технологического образования, протокол от «25» марта 2022 г. № 5

Ульяновск, 2022

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 обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) Предметно-методического модуля учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, направленность (профиль) образовательной программы «Информатика», заочной формы обучения.

Дисциплина опирается на результаты обучения, сформированные в рамках школьного курса «Информатика и ИКТ» или соответствующих дисциплин среднего профессионального образования, а также на дисциплины учебного плана, изученных обучающимися: Программирование, Дискретные модели в информатике, Теоретические основы информатики.

Результаты изучения дисциплины являются основой для изучения дисциплин и прохождения практик: Ознакомительная практика по информатике, Педагогическая практика по информатике, Программирование в алгоритмах, Решение олимпиадных задач по информатике, Практикум решения задач по информатике, Практикум по решению предметных задач.

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. Практическая реализация алгоритмов на языках программирования высокого уровня.

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-1 Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач ПК-1.1 Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета). ПК-1.2. Умеет	ОР-1 знать роль и место дисциплины в общей картине научного знания; ОР-2 знать структуру, состав и дидактические единицы содержания дисциплины; ОР-3 знать основные приемы и методы	ОР-4 уметь осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с современными требованиями к образованию;	

осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО.	решения проблем и задач предметной области.		

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 курса	Всего		Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации
	Трудоемк.		Лекции, час.	Практические занятия, час.	в т. ч. практическая подготовка, час.	Лабораторные занятия, час.	в т. ч. практическая подготовка, час.	Самостоят. работа, час.	
	Зач. ед.	Часы							
4	3	108	4	10	-	-	-	85	экзамен (9)
Итого:	3	108	4	10	-	-	-	85	-

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	Самостоятель-ная работа
Понятие алгоритма. Необходимость его уточнения	-	-	-	17
Оценка эффективности алгоритма.	-	-	-	17
Алгоритмы сортировки и поиска.	2	6	-	17

Теория вычислимости.	2	4	-	17
NP-полные проблемы.	-	-	-	17
Всего по дисциплине:	**4**	**10**	**-**	**85**

3.2.Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

Краткое содержание курса

Понятие алгоритма.

Интуитивное (неформальное) понятие алгоритма. Необходимость в формализации понятия «алгоритм». Подходы к формализации понятия «алгоритм».

Оценка эффективности алгоритма.

Элементарный шаг. Временная трудоемкость и ее асимптотический порядок. Трудоемкость в наихудшем. Трудоемкость в среднем. Оценка трудоемкости. Емкостная сложность.

Алгоритмы сортировки и поиска.

Внутренняя и внешняя сортировка. Простые методы. Пирамидальная сортировка. Быстрая сортировка Хоара. Сортировка слиянием. Цифровая сортировка (сортировка подсчетом). Бинарный поиск. Бинарный поиск по ответу. Поиск минимума в скользящем окне.

Теория вычислимости.

Понятие вычислимой функции. Рекурсивно-вычислимые функции. Разрешимые и перечислимые множества. Тезис Чёрча. Машины с неограниченными регистрами. Понятие программы. Нумерация программ и вычислимых функций. Диагональный метод. Теорема о параметризации. Существование универсальной программы. Пример невычислимой функции. Примеры алгоритмически-неразрешимых проблем. Теорема о неподвижной точке. Понятие машины Тьюринга. Формальное описание машины Тьюринга. Недетерминированные машины Тьюринга и недетерминированные алгоритмы. Мгновенные описания. Машины Поста. Нормальные алгоритмы Маркова.

NP-полные проблемы.

Формальные грамматики. Языки, иерархия языков по Хомскому. Языки и проблемы. Алгоритмическая сводимость проблем. Понятие NP-полноты.

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. Дан алгоритм, описанный на формальном языке. Требуется оценить его временную трудоемкость в наихудшем и в среднем.
2. Реализовать на языке программирования простые алгоритмы сортировки массивов (метод прямого включения, метод простого выбора, метод пузырька).
3. Реализовать на языке программирования алгоритм пирамидальной сортировки.
4. Реализовать на языке программирования алгоритм быстрой сортировки Хоара.
5. Реализовать на языке программирования алгоритм цифровой сортировки.
6. Реализовать на языке программирования алгоритм сортировки слиянием.
7. Реализовать на языке программирования алгоритм бинарного поиска.
8. Реализовать на языке программирования алгоритм поиска минимума в скользящем окне.
9. Вычислить геделев номер программы для машины с неограниченными регистрами.

10. Доказать алгоритмическую неразрешимость проблемы с использованием диагонального метода.

11. Построить последовательность мгновенных описаний детерминированной машины Тьюринга по ее формальному описанию.

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 ОС-2 Самостоятельная работа ОС-3 Контрольная работа	ОР-1 знать роль и место дисциплины в общей картине научного знания; ОР-2 знать структуру, состав и дидактические единицы содержания дисциплины; ОР-3 знать основные приемы и методы решения проблем и задач предметной области.
	Оценочные средства для промежуточной аттестации **экзамен**	

	ОС-4 Экзамен в форме устного собеседования	ОР-4 уметь осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с современными требованиями к образованию.

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 «Теория алгоритмов».

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 Экзамен в форме устного собеседования
Примерные вопросы к экзамену

1. Интуитивное понятие алгоритма.
2. Подходы к формализации понятия «алгоритм».
3. Временная трудоемкость и ее асимптотический порядок. Трудоемкость в наихудшем и трудоемкость в среднем.
4. Емкостная сложность.
5. Постановка задачи сортировки. Типы сортировок.
6. Простые методы сортировки.
7. Пирамидальная сортировка.
8. Быстрая сортировка Хоара.
9. Поиск порядковых статистик.
10. Сортировка слиянием (идея).
11. Различные модификации сортировки слиянием.
12. Цифровая сортировка (сортировка подсчетом).
13. Бинарный поиск.
14. Бинарный поиск по ответу.
15. Поиск минимума в скользящем окне.
16. Понятие вычислимой функции.
17. Понятие программы (на примере машины с неограниченными регистрами).
18. Нумерация программ и вычислимых функций.
19. Диагональный метод.
20. Теорема о параметризации.
21. Пример невычислимой функции. Примеры алгоритмически-неразрешимых проблем.
22. Теорема о неподвижной точке.
23. Формальное описание машины Тьюринга.
24. Недетерминированные машины Тьюринга и недетерминированные алгоритмы.
25. Мгновенные описания машины Тьюринга.

26. Машины Поста.
27. Нормальные алгоритмы Маркова.
28. Формальные языки и формальные грамматики.
29. Иерархия языков по Хомскому.
30. Языки и проблемы. Алгоритмическая сводимость проблем.
31. Понятие NP-полноты.

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	Экзамен
4 курс	Разбалловка по видам работ	2 х 1=2 баллов	5 х 1=5 баллов	229 баллов	64 балла
	Суммарный макс. балл	2 баллов max	7 балла max	236 баллов max	300 баллов max

Критерии оценивания работы обучающегося по итогам семестра

Оценка	**Баллы (3 ЗЕ)**
«отлично»	271-300
«хорошо»	211-270
«удовлетворительно»	151-210
«неудовлетворительно»	150 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 сортировки и поиска
Цель: Познакомиться с понятием внутренней и внешней сортировка. Научится реализовать на языке программирования простые алгоритмы сортировки массивов (метод прямого включения, метод простого выбора, метод пузырька). Познакомиться с понятием пирамидальной сортировки. Научится реализовать на языке программирования алгоритм пирамидальной сортировки.
Рекомендации к самостоятельной работе
1. Проработать материал по теме практического занятия.
2. Повторить лекционный материал по теме занятия.

Занятие 2. Алгоритмы сортировки и поиска
Цель: Познакомиться с понятием быстрой сортировки Хоара. Научится реализовать на языке программирования алгоритм быстрой сортировки Хоара. Познакомиться с понятием цифровая сортировка (сортировка подсчетом). Научится реализовать на языке программирования алгоритм цифровой сортировки.
Рекомендации к самостоятельной работе
1. Проработать материал по теме практического занятия.
2. Повторить лекционный материал по теме занятия.

Занятие 3. Алгоритмы сортировки и поиска
Цель: Познакомиться с понятием бинарный поиск, бинарный поиск по ответу. Научится реализовать на языке программирования алгоритм бинарного поиска. Познакомиться с понятием поиск минимума в скользящем окне. Научится реализовать на языке программирования алгоритм поиска минимума в скользящем окне.
Рекомендации к самостоятельной работе
1. Проработать материал по теме практического занятия.
2. Повторить лекционный материал по теме занятия.

Занятие 4. 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 5. Машины Тьюринга. Применение МТ к словам.

Цель: Познакомится с МТ, выяснить для чего она нужна, каковы ее основные части и принципы работы. Закрепить основные принципы работы МТ.

Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать материал по теме практического занятия.
2. Повторить лекционный материал по теме занятия.

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