МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
_____ П Е Троян
«___» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА

Уровень основной образовательной программы бакалавриат

Направление подготовки 27.03.05 "Инноватика"
Профиль(и): "Управление инновациями в электронной технике"
Форма обучения очная

Факультет ФИТ (факультет инновационных технологий)

Кафедра: УИ (кафедра управления инновациями**)**

Курс 2 **Семестр 4**

Учебный план набора 2013 года.

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Всего	Единицы
1.	**Лекции**				**18**					**18**	**часов**
2.	**Лабораторные работы**				**18**					**18**	**часов**
3.	**Практические занятия**				**18**					**18**	**часов**
4.	**Курсовой проект/работа (КРС)**										**часов**
5.	**Всего аудиторных занятий**				**54**					**54**	**часов**
6.	**Из них в интерактивной форме**				**8**					**8**	**часов**
7.	**Самостоятельная работа студентов. (СРС)**				**54**					**54**	**часов**
8.	**Всего (без экзамена)**				**108**					**108**	**часов**
9.	**Самост. работа на сдачу экзамена**				**36**					**36**	**часов**
10.	**Общая трудоемкость**				**144**					**144**	**часов**
	(в зачетных единицах)				**4**					**4**	**ЗЕТ**

Зачет не предусмотрен **Диф. зачет** не предусмотрен

Экзамен 4 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 9830

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 288 от « 18 » 11 2017 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлениям подготовки 27.03.05 "Инноватика", утвержденного 11.08.2016г., №1006

рассмотрена и утверждена на заседании кафедры 18 ноября 2016 г., протокол № 288

Разработчик: профессор кафедры математики _____ Ю.П.Шевелев

Зав. обеспечивающей кафедрой Математики _____ А.Л. Магазинникова

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФИТ _____ Г.Н. Нариманова

Зав. профилирующей
кафедрой УИ _____ Г.Н. Нариманова

Зав. выпускающей
кафедрой УИ _____ Г.Н. Нариманова

Эксперты:
профессор кафедры
математики ТУСУР _____ А.А. Ельцов

доцент кафедры
УИ ТУСУР _____ П.Н. Дробот

Согласована на портале № 9830

1. Цели и задачи дисциплины: Целью преподавания дисциплины «Дискретная математика» является изучение студентами основ математического аппарата, применяемого для решения прикладных инженерных задач, а также задач управления и алгоритмизации процессов обработки информации. Курс является вводным и призван ознакомить студентов с элементами теории множеств, логическими функциями, комбинаторикой, графами и конечными автоматами. Главными задачами курса дискретной математики являются развитие логического и комбинаторного мышления студентов, овладение методами дискретного анализа и их применение в программировании и в проектировании радиоэлектронных устройств дискретного действия.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: дискретная математика относится к вариативной части обязательных дисциплин Б1.В.ОД.5. Для изучения курса дискретной математики необходимо твердое знание студентами базового курса математики средней школы. Дискретная математика призвана дать студентам математический аппарат, который будет использоваться в дальнейшем при изучении дисциплин базового цикла, а также при изучении дисциплин профессионального цикла, в учебно-исследовательской и научно-исследовательской работе.

3. Требования к результатам освоения дисциплины: процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-7- способностью применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основы дискретной математики, теории управления и информационных технологий в инновационной деятельности: теория множеств, алгебра логики, теория комбинационных и автоматов с памятью, комбинаторика и теория графов;

Уметь: применять полученные знания по дискретной математике в стандартных ситуациях управления и информационных технологий и работать с литературой по теме профессиональной деятельности.

Владеть: основными методами решения стандартных задач дискретного характера с применением алгебры логики, комбинаторики и других разделов дискретной математики, в области информационных технологий

Согласована на портале № 9830

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет _____4__ зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1	2	3	4
Аудиторные занятия (всего)	54				54
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	18				18
Лабораторные работы (ЛР)	18				18
Практические занятия (ПЗ)	14				14
Семинары (С)					
Коллоквиумы (К)					
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)					
Другие виды аудиторной работы					
Контрольные работы	4				4
Самостоятельная работа (всего)	54				54
В том числе:					
самостоятельная работа	20				20
Расчетно-графические работы					
Реферат					
Другие виды самостоятельной работы					
Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям					
Подготовка к тестированию					
Решение задач. Подготовка к контрольным работам	20				20
Выполнение индивидуальных домашних заданий	14				14
Вид промежуточной аттестации – экзамен	36				36
Общая трудоемкость (час.)	144				144
Зачетные Единицы Трудоемкости	2				2

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаборат. занятия	Практич. занятия.	Курсовой П/Р (КРС)	Самост. работа студента	Всего час. (без экзам)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Теория множеств	2	2	2		10	16	ОПК-7
2.	Алгебра логики (булева алгебра)	6	6	6		10	28	ОПК-7
3.	Пороговая логика	2	2	2		6	12	ОПК-7
4.	Конечные автоматы	4	4	4		12	24	ОПК-7
5.	Комбинаторика	2	2	2		8	14	ОПК-7
6.	Теория графов	2	2	2		8	14	ОПК-7

Согласована на портале № 9830

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоёмкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Теория множеств	Понятия конечного и бесконечного множеств. Актуальная и потенциальная бесконечности. Подмножества. Пустое множество. Синглетон. Булеан. Операции над множествами: объединение, пересечение, дополнение, разность и симметрическая разность. Диаграммы Венна. Теоремы поглощения, склеивания и де Моргана. Декартово произведение множеств.	2	ОПК-7
2.	Алгебра логики (булева алгебра)	Понятие высказывания. Аксиомы алгебры логики. Логические операции: дизъюнкция, конъюнкция, инверсия, равнозначно, неравнозначно, импликация. Теоремы одной переменной. Теоремы склеивания, поглощения, де Моргана. Дизъюнктивные нормальные формы (ДНФ) и конъюнктивные нормальные формы (КНФ) логических выражений. Понятие булевой функции. Табличный и аналитический способы задания булевых функций. Минимальные и максимальные термы. Совершенные дизъюнктивные нормальные формы (СДНФ) булевых функций и совершенные конъюнктивные нормальные формы (СКНФ). Алгебраическое упрощение булевых формул. Понятие импликанты и простой импликанты. Карты Вейча (диаграммы Карно). Минимизация булевых формул при помощи карт Вейча. Неполностью определённые булевы функции, их минимизация в классе ДНФ и КНФ. Формы высших порядков. Понятие абсолютно минимальной формы.	6	ОПК-7
3.	Пороговая логика	Понятие пороговой функции. Веса и порог. Минимальные ДНФ и КНФ пороговых функций. Теоремы о пороговых функциях.	2	ОПК-7
4.	Конечные автоматы	Электрические схемы потенциальных логических элементов И, ИЛИ, НЕ и их условные обозначения. Логический синтез комбинационных схем. Синтез преобразователя кодов (на примере преобразователя циклического кода в весовой двоичный код). Анализ и синтез синхронных автоматов на *JK*-триггерах.	4	ОПК-7
5.	Комбинаторика	Правила произведения и суммы в комбинаторике. Правило суммы и диаграммы Венна. Комбинаторные конфигурации: перестановки, размещения и сочетания без повторений и с повторениями. Комбинаторные задачи.	2	ОПК-7
6.	Теория графов	Понятия графа, Смежность, инцидентность, степень вершины. Однородный граф, полный граф, дополнение графа. Матрицы смежности и инцидентности. Маршруты, цепи, циклы в связном графе. Степень связности графа. Нахождение всех простых цепей, соединяющих две вершины графа. Эйлеровы цепи и циклы, Уникурсальная линия. Гамильтоновы графы. Задача о коммивояжёре (две формулировки). Двудольные графы. Полные двудольные графы. Планарные и плоские графы. Теорема Эйлера о плоских графах.	2	ОПК-7

Согласована на портале № 9830

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин					
		1	2	3	4	5	6
Последующие дисциплины							
1	Теория вероятностей и математическая статистика	+	+	+		+	
2	Экономика	+	+	+		+	+
3	Физика и естествознание	+	+	+		+	+
4	Теория и системы управления	+	+		+	+	+
5	Вычислительная математика	+	+			+	+
6	Электротехника и электроника	+	+	+	+	+	+
7	Промышленные технологии и инновации	+	+	+	+	+	+
8	Управление инновационными проектами	+	+			+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля
	Л	Лаб	Пр.	КР/КП	СРС	
ОПК-7	+	+	+			Ответ на практическом занятии. Опрос по материалам лекции. Тестирование. Контрольная работа.

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП– курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

6. Методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы \ Формы	Лекции (час)	Практические занятия (час)	Тренинг Мастер-класс (час)	СРС (час)	Всего
Тесты	4	4			8
Итого интерактивных занятий	4	4			8

7. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Темы лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1.	2	Исследование неполностью определенных булевых функций	4	ОПК-7
2.	3	Пороговые элементы	4	ОПК-7
3.	4	Анализ и синтез комбинационных схем	4	ОПК-7
4.	4	Анализ автоматов с памятью	4	ОПК-7
5.	4	Анализ контактных структур	2	ОПК-7

Согласована на портале № 9830

8. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1.	1	Операции над множествами: объединение, пересечение, дополнение, разность и симметрическая разность. Диаграммы Венна. Теоремы поглощения, склеивания и де Моргана. Декартово произведение множеств.	4	ОПК-7
2.	2	Теоремы склеивания, поглощения, де Моргана. Табличный и аналитический способы задания булевых функций. Карты Вейча (диаграммы Карно). Минимизация булевых формул при помощи карт Вейча. Неполностью определённые булевы функции, их минимизация в классе ДНФ и КНФ. Формы высших порядков. Симметрические функции, способы их представления. Рабочее число (*a*-число) симметрической функции	11	ОПК-7
3.	3	Минимальные ДНФ и КНФ пороговых функций. Нахождение пороговых функций. Мажоритарные функции. Симметрические мажоритарные функции.	2	ОПК-7
4.	4	Логический синтез комбинационных схем. Синтез преобразователя кодов (на примере преобразователя циклического кода в весовой двоичный код). Синтез синхронных автоматов на *JK*-триггерах.	8	ОПК-7
5.	5	Правила произведения и суммы в комбинаторике. Правило суммы и диаграммы Венна. Комбинаторные конфигурации: перестановки, размещения и сочетания без повторений и с повторениями. Решение комбинаторных задач.	6	ОПК-7
6.	6	Матрицы смежности и инцидентности. Нахождение всех простых цепей, соединяющих две вершины графа. Эйлеровы графы. Планарные и плоские графы. Двойственные графы. Деревья и лес. Кодирование деревьев методом Пруфера. Маршруты, цепи и циклы в орграфе. Связность орграфа. Эйлеровы цепи и циклы в орграфе.	4	ОПК-7

9. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом.задание, и т.д)
1.	1	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям.	12	ОПК-7	Опрос на практических занятиях. Тестирование.
2.	2	Самостоятельное изучение тем: Симметрические функции, способы их представления. Рабочее число (*a*-число) симметрической функции. Распознавание симметрических функций. Понятие изображающего числа булевой функции. Операции над изображающими числами. Булевы уравнения и их решение методом изображающих чисел. Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям. Темы: Табличный и аналитический способы задания булевых функций. Способы нахождения СДНФ и СКНФ. Карты Вейча (диаграммы Карно). Минимизация булевых формул при помощи карт Вейча.	16	ОПК-7	Опрос на практических занятиях. Контрольная работы. Тестирование. Индивидуальное задание

Согласована на портале № 9830

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом.задание, и т.д)
		Неполностью определённые булевы функции, их минимизация в классе ДНФ и КНФ. Формы высших порядков.			
3.	3	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям. Решение задач, подготовка к контрольной работе. Темы: Нахождение пороговых функций. Мажоритарные функции. Симметрические мажоритарные функции.	4	ОПК-7	Опрос на практических занятиях. Контрольная работа. Тестирование.
4.	4	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям. Темы: Синтез синхронных автоматов на *JK*-триггерах. Распределители импульсов. Контактная интерпретация булевых функций. Логический синтез контактных структур. Основная модель конечного автомата. Автомат Мили, автомат Мура. Эксперименты с автоматами. Тестирование автоматов.	16	ОПК-7	Опрос на практических занятиях. Тестирование. Индивидуальное задание
5.	5	Комбинаторные задачи теории вероятностей. Подготовка к практическим занятиям на тему: решение комбинаторных задач.	12	ОПК-7	Опрос на практических занятиях. Контрольная работа.
6.	6	Двойственные графы. Деревья и лес. Фундаментальная система циклов. Кодирование деревьев методом Пруфера. Разрезы. Хроматическое число графа. Гипотеза четырёх красок. Понятие ориентированного графа. Степень вершины орграфа. Маршруты, цепи и циклы в орграфе. Связность орграфа. Эйлеровы цепи и циклы в орграфе. Полный орграф. О теории трансверсалей. Нахождение всех трансверсалей. Понятие транспортной сети. Нахождение максимальной пропускной способности транспортной сети.. Темы: Нахождение всех простых цепей, соединяющих две вершины графа. Эйлеровы графы. Двойственные графы. Кодирование и декодирование деревьев методом Пруфера.	12	ОПК-7	Опрос на практических занятиях. Контрольная работа. Индивидуальное задание

10. Примерная тематика курсовых проектов (работ) не предусмотрено

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Таблица 11.1 Балльные оценки для элементов контроля.

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ю КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1-й КТ и 2-й КТ	Максимальный балл между второй КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Премиальные баллы	5	5		10
Контрольные работы на практических занятиях	30	10	20	60
Тестирование, опрос	10	5	5	20
Индивидуальные задания			10	10
Итого максимум за период:	45	20	35	100

Согласована на портале № 9830

Таблица 11.2 Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	**90 – 100**	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)		B (очень хорошо)
	70 – 89	C (хорошо)
		D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	**60 – 69**	
		E (посредственно)
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	**0 – 59**	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методические материалы по дисциплине.

12.1. Основная литература.

1.Шевелев, Ю.П. Дискретная математика. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 592 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/71772 — Загл. с экрана.
https://e.lanbook.com/book/71772?category_pk=917#book_name
2.Шевелев, Ю.П. Сборник задач по дискретной математике (для практических занятий в группах). [Электронный ресурс] / Ю.П. Шевелев, Л.А. Писаренко, М.Ю. Шевелев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 528 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5251 — Загл. с экрана.
https://e.lanbook.com/book/5251?category_pk=917#book_name
3.Жигалова Е.Ф. Дискретная математика: Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий , самостоятельных и лабораторных работ. г.Томск, 2007(электронный ресурс)
http://new.kcup.tusur.ru/library/diskretnaja-matematika-0

12.2. Дополнительная литература.

Бабичева, И.В. Дискретная математика. Контролирующие материалы к тестированию. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 160 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/30193 — Загл. с экрана.
https://e.lanbook.com/book/30193?category_pk=914#book_name

12.3. Учебно-методические пособия и требуемое программное обеспечение.

Практические и лабораторные занятия проводятся по учебным пособиям:

1.Шевелев, Ю.П. Дискретная математика. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 592 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/71772 — Загл. с экрана.
https://e.lanbook.com/book/71772?category_pk=917#book_name
2.Шевелев, Ю.П. Сборник задач по дискретной математике (для практических занятий в группах). [Электронный ресурс] / Ю.П. Шевелев, Л.А. Писаренко, М.Ю. Шевелев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 528 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5251 — Загл. с экрана.
https://e.lanbook.com/book/5251?category_pk=917#book_name
3.Жигалова Е.Ф. Дискретная математика: Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий , самостоятельных и лабораторных работ. г.Томск, 2007(электронный ресурс)
http://new.kcup.tusur.ru/library/diskretnaja-matematika-0

Согласована на портале № 9830

Задания на контрольные работы и индивидуальные задания приведены в следующих учебных пособий:

1.Шевелев, Ю.П. Сборник задач по дискретной математике (для практических занятий в группах). [Электронный ресурс] / Ю.П. Шевелев, Л.А. Писаренко, М.Ю. Шевелев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 528 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5251 — Загл. с экрана. https://e.lanbook.com/book/5251?category_pk=917#book_name

2.Жигалова Е.Ф. Дискретная математика: Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий , самостоятельных и лабораторных работ. г.Томск, 2007(электронный ресурс) http://new.kcup.tusur.ru/library/diskretnaja-matematika-0

Программное обеспечение. Система дистанционного образования MOODLE для сопровождения самостоятельной работы студентов (методические материалы: текстовые, аудио и видеофайлы, индивидуальные задания, тесты и т.д.).

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Возможность работать в компьютерном классе из расчёта один компьютер на студента. Лекционные аудитории, оснащённые техникой для мультимедийных презентаций. Возможность работать на практических занятиях с применением устройств «Символ-Тест» для самоконтроля.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении №1

Согласована на портале № 9830

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА

Уровень основной образовательной программы –бакалавриат

Направление подготовки 27.03.05 "Инноватика"
Профиль(и): "Управление инновациями в электронной технике
Форма обучения очная

Факультет ФИТ (факультет инновационных технологий)

Кафедра: УИ (кафедра управления инновациями**)**

Курс 2 **Семестр 4**

Учебный план набора 2013 года.

Зачет не предусмотрен **Диф. зачет** не предусмотрен

Экзамен 4 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 9830

1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины дискретная математика и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи, контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения. ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов. Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-7	Способность применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности.	**Должен знать** основы дискретной математики, теории управления и информационных технологий в инновационной деятельности: теория множеств, алгебра логики, теория комбинационных и автоматов с памятью, комбинаторика и теория графов; **Должен уметь** применять полученные знания по дискретной математике в стандартных ситуациях управления и информациионных технологий и работать с литературой по теме профессиональной деятельности. **Должен владеть** основными методами решения стандартных задач дискретного характера с применением алгебры логики, комбинаторики и других разделов дискретной математики, в области информационных технологий.

2 Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-7

ОПК-7: способность применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.

Согласована на портале № 9830

Таблица 2 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает основы теории множеств, алгебры логики, теории комбинационных и многотактных схем, комбинаторики и теории графов.	Умеет применять полученные знания по дискретной математике для решения типовых и профессиональных задач из области информационных технологий в инновационной деятельности, а также для освоения других дисциплин, предусмотренных учебным планом. Пользоваться при необходимости математической литературой. Проявлять стремление к личностному и профессиональному *самообразованию*;	Владеет основными методами решения задач дискретного характера с применением булевой алгебры, комбинаторики и других разделов дискретной математики, навыками *самоорганизации и самообразования* для изучения вопросов из области. информационных технологий в инновационной деятельности,
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия; • Самостоятельная работа студентов.	• Практические занятия; • Выполнение индивидуального задания; • Самостоятельная работа студентов.	• Практические занятия; • Выполнение индивидуального задания; • Самостоятельная работа студентов.
Используемые средства оценивания	• Тест; • Контрольная работа; • конспект самостоятельной работы; • Экзамен	• Контрольная работа; •Оформление индивидуального задания; • конспект самостоятельной работы; • Экзамен	• Контрольная работа; •Оформление и защита индивидуального задания; •конспект самостоятельной работы; • Экзамен

Согласована на портале № 9830

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает системными и глубокими знаниями в пределах изучаемых разделов дискретной математики с пониманием границ их применимости в области информационных технологий, относящихся к инновационной деятельности.	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для творческих решений на дискретных структурах из области информационных технологий в инновационной деятельности	Контролирует выполняемую работу, проводит оценку выполненной работы, модифицирует этапы работы.
Хорошо (базовый уровень)	Обладает знаниями основных понятий дискретной математики на уровне определений и взаимосвязей между ними в пределах изучаемых математических разделов применительно к информационным технологиям в инновационной деятельности	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения типовых задач на дискретных структурах, относящихся к информационным технологиям в инновационной деятельности, с элементами исследования.	Оперирует основными методами решения типовых и исследовательских задач дискретного характера из области информационных технологий в инновационной деятельности.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает знаниями основных понятий дискретной математики на уровне определений и обозначений, способен применять алгоритмы решения простых типовых задач из области информационных технологий в инновационной деятельности.	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения несложных типовых задач, относящихся к информационным технологиям в инновационной деятельности.	Работает под прямым наблюдением и регулярным контролем.

Согласована на портале № 9830

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице~4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• раскрывает сущность понятий дискретной математики, проводит их характеристику; • обосновывает выбор математического метода, план, этапы решения задачи дискретного характера из области информационных технологий в инновационной деятельности.	• свободно применять методы решения задач в незнакомых ситуациях на дискретных структурах из области информационных технологий в инновационной деятельности. • умеет математически обосновывать и аргументированно применять положения дискретной математики в задачах информационных технологий, относящихся к инновационной деятельности.	• свободно оперирует методами дискретной математики; • организует коллективное выполнение работы, затрагивающей такую изучаемую дисциплину как информационные технологии в инновационной деятельности; • свободно владеет разными способами представления математической информации для решения задач, относящихся к информационным технологиям в инновационной деятельности.
Хорошо (базовый уровень)	• дает определения основных понятий дискретной математики и приводит примеры их применения в области информационных технологий, относящихся к инновационной деятельности; • аргументирует выбор метода решения задач, относящихся к информационным технологиям в инновационной деятельности. • составляет план решения задач.	• способен различать стандартные и новые ситуации при решении задач дискретного характера из области информационных технологий, в инновационной деятельности; • умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения изучаемых разделов дискретной математики применительно к к информационным технологиям в инновационной деятельности.	• критически осмысливает полученные знания; • способен работать в коллективе, занятом решением задач на дискретных структурах из области информационных технологий в инновационной деятельности.

Согласована на портале № 9830

Удовлетворительно (пороговый уровень)	• воспроизводит основные факты, идеи, относящиеся к дискретным структурам; • распознает основные объекты дискретной математики, относящихся к области информационных технологий в инновационной деятельности. • знает алгоритмы решения типовых задач дискретной математики.	• умеет применять на практике алгоритмы решения типовых задач дискретного характера из области информационных технологий в инновационной деятельности. • умеет работать со справочной литературой по дискретной математике; • умеет оформлять результаты своей работы.	• владеет основной терминологией дискретной математики; • способен участвовать в обсуждениях проблематичных вопросов дискретной математики в пределах компетентности по вопросам информационных технологий в инновационной деятельности.

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы: типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

Тест: итоговый тест по элементарным знаниям и практическим навыкам.

Образцы тестов, по одному от каждой из основных тем, имеют вид (всего 300 тестов):

1. Найти элементы множества:

$$P_1 = A \cap \overline{B} \cap C,$$

если I = {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}, и известно, что:

A = {0, 1, 3, 4, 5, 6}; B = {0, 2, 3, 4, 8}; C = {0, 1, 3, 5, 7}; (0238)

2. Сколько минтермов содержит булева функция, заданная формулой вида

$$f = AB + \overline{B}C + BD.$$

3. Найти остаточную функцию при D = 1. Представьте остаточную функцию в СДНФ и укажите десятичные номера минтермов:

$$f = AE + BC + BD + A\overline{C}\,\overline{E} + \overline{B}\,\overline{C}D.$$

4. Сколько логических элементов И и сколько элементов ИЛИ в комбинационной схеме, построенной на основе булевой функции вида:

$$f = [AE + B(C + BD + A\overline{C}\,\overline{E})] + \overline{B}\,\overline{C}D.$$

5. Сколько существует чётных 12-значных двоичных чисел, начинающихся с последовательности 101?

6. Сколько чётных вершин в графе:

G = {{1,2},{1,3},{1,4},{2,2},{2,5},{3,3},{4,5},{4,6},{6,7}}

Контрольные работы по темам:

1. Теория множеств.
2. Булева алгебра.
3. Булево дифференциальное и интегральное исчисления.
4. Конечные автоматы.

Согласована на портале № 9830

5. Теория графов.

6. Комбинаторика.

Контрольные работы представлены в 50 различных вариантах.

Образец первого варианта:

1. Найти элементы множества:

$$P_1 = A \cap \overline{B} \cap C \oplus \overline{A} \cap B \cap \overline{C} \oplus A \cap C,$$

если I = {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}, и известно, что:

A = {0, 1, 3, 4, 5, 6}; B = {0, 2, 3, 4, 8}; C = {0, 1, 3, 5, 7}; (0238)

2. Сколько знаков дизъюнкции и сколько букв в минимальной КНФ следующей функции, зависящей от четырёх переменных (в квадратных скобках указаны неопределённые состояния)?

f = (2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11); [3, 12, 15].

3. Найти производную от булевой функции по переменной D:

$$P_1 = A\overline{B} + CD + B\overline{C} + AB\overline{C},$$

4. Построить многотактный автомат, реализующий две последовательности:

- если A = 0, то 0, 2, 6, 3, 7, 5, 4, 1;

- если A = 1, то 3, 7, 6, 0, 2, 5, 4, 1.

5. Найдите все простые цепи, соединяющие вершины 1 и 6 графа. Для самоконтроля укажите числа *a, b, c, d*, где *a* – число простых цепей, содержащих по 2 ребра, *b* – число простых цепей, содержащих по три ребра, *c* – по четыре ребра, и *d* – по пять рёбер.

G = {{1,2}, {1,4}, {2,3}, {2,4}, {2,5}, {3,4}, {3,5}, {3,6}, {4,5}, {5,6}}. (026P)

6. Сколько существует шестизначных десятичных чисел, в каждом из которых цифра 8 встречается точно два раза, цифра 6 встречается точно два раза, а все остальные десятичные цифры – не более чем по одному разу? Числа могут начинаться с нуля. Например: 066288, 886162, 668890; (НОВ)

Темы лабораторных работ:

1. Исследование неполностью определенных булевых функций

2. Пороговые элементы

3. Анализ и синтез комбинационных схем

4. Анализ автоматов с памятью

5. Анализ контактных структур

Темы для самостоятельной работы:

1. Декартово произведение множеств. Бинарные отношения. Степень множества. Симметрия, рефлексивность и транзитивность отношений. Отношение эквивалентности. Бесконечные множества: счётные и несчётные. Гипотеза континуума. Трансцендентные числа. Трансфинитные числа. Парадоксы теории множеств. Понятие нечёткого множества. Основные операции над нечёткими множествами.

2. Симметрические функции, способы их представления. Рабочее число (*a*-число) симметрической функции. Распознавание симметрических функций. Понятие изображающего числа булевой функции. Операции над изображающими числами. Булевы уравнения и их решение методом изо-

Согласована на портале № 9830

бражающих чисел.

3. Нахождение пороговых функций. Мажоритарные функции.

4. Разбиения множества на подмножества. Комбинаторные задачи теории вероятностей. Задача о покрытии множеств. Латинские прямоугольники и квадраты. Блок-схемы. Конечные проективные плоскости. Матрицы Адамара.

5. Двойственные графы. Деревья и лес. Фундаментальная система циклов. Кодирование деревьев методом Пруфера. Разрезы. Хроматическое число графа. Гипотеза четырёх красок. Понятие ориентированного графа.

Темы курсового проекта: не предусмотрен.

Темы вопросов для экзамена:

1. Теория множеств

1. Что такое множество? приведите примеры множеств.
2. Перечислите виды множеств.
3. Какие числа называют натуральными?
4. Что такое натуральный ряд? Какие входят в него числа?
5. Является ли натуральным число нуль?
6. Какие числа называются простыми? Приведите пример.
7. Является ли простым число 1?
8. Как обозначается принадлежность элемента множеству?
9. Как читаются записи: $a, b, c \in A$; $a \notin A$; $a, b, c \notin A$?
10. Что такое синглетон?
11. Как задать множество прямым перечислением? Приведите пример.
12. Как задать множество при помощи формы? Приведите пример.
13. Какие множества называют равными?
14. Верно ли, что $\varnothing \neq \{\varnothing\}$ и почему?
15. Что такое кардинальное число конечного множества?
16. Чему равно кардинальное число пустого множества? Синглетона?
17. Как читаются записи: $|\{a, b, c\}| = 3$; $|A| = 6$?
18. Какие множества называют подмножествами? Поясните примером.
19. Что такое булеан множества. Приведите пример.
20. Охарактеризуйте основные операции над множествами: объединение, пересечение.
21. Что такое универсальное множество?
22. Охарактеризуйте операцию дополнения множества.
23. Что такое диаграмма Венна?
24. Поясните при помощи диаграмм Венна теоретико-множественные операции пересечения, объединения и дополнения.
25. Запишите формулы для теорем склеивания и поглощения.
26. Сформулируйте законы де Моргана для множеств.

2. Алгебра логики (булева алгебра)

27. Какие предложения называются высказываниями?
28. Какие переменные называются двоичными?
29. Запишите аксиомы алгебры логики для дизъюнкции, конъюнкции и инверсии.
30. Дайте определения операциям дизъюнкции, конъюнкции и инверсии.
31. Перечислите девять теорем одной переменной.
32. Запишите формулы алгебры логики для теорем склеивания и поглощения.
33. Сформулируйте дизъюнктивную и конъюнктивную теоремы де Моргана.
34. Приведите пример дизъюнктивной нормальной формы (ДНФ).
35. Приведите пример конъюнктивной нормальной формы (КНФ).
36. В какой форме представлено выражение $A + B + C$?

Согласована на портале № 9830

37. Охарактеризуйте понятие булевой функции.
38. В чём суть табличного способа представления булевой функции?
39. Что такое набор значений переменных?
40. Сколько существует наборов значений *n* переменных?
41. Что такое минимальный терм (минтерм)?
42. Сколько существует минтермов *n* переменных?
43. Что такое максимальный терм (макстерм)?
44. Сколько существует макстермов *n* переменных?
45. Что такое совершенная дизъюнктивная нормальная форма (СДНФ)? Приведите пример.
46. Что такое совершенная конъюнктивная нормальная форма (СКНФ)? Приведите пример.
47. Могут ли совпадать ДНФ и КНФ?
48. Как найти СДНФ, если функция задана таблицей истинности?
49. На каких операциях основан алгебраический способ упрощения булевых формул? Приведите пример алгебраического упрощения булевой формулы.
50. Приведите пример упрощения булевой формулы методом Квайна.
51. Сформулируйте понятие импликанты.
52. Что такое простая импликанта?
53. Что такое минимальная ДНФ?
54. Как найти минимальную КНФ?
55. Как нанести булеву функцию на карту Вейча? Приведите пример.
56. Как найти СДНФ при помощи карты Вейча?
57. Как найти при помощи карты Вейча СДНФ инверсии заданной булевой функции, представленной аналитически в ДНФ?
58. Как найти СДНФ конъюнкции двух булевых функций при помощи карты Вейча?
59. Приведите пример минимизации булевой формулы при помощи карты Вейча.
60. Какие наборы называются неопределёнными?
61. Какие функции называются неполностью определёнными?
62. Какие формы булевых функций относятся к формам высшего порядка? Поясните примерами.
63. Что такое абсолютно минимальная форма?
64. Какими особенностями характеризуются симметрические булевы функции?
65. Что такое рабочее число (*a*-число) симметрической функции?
66. Что такое изображающее число булевой функции? Приведите пример.
67. Какие логические операции выполняются над изображающими числами?
68. Как решаются булевы уравнения с помощью изображающих чисел? Приведите пример.
69. Что такое сумма по модулю 2?
70. Как найти производную от булевой функции по одной из её переменных?

3. Пороговая логика

71. Что такое пороговая функция?
72. Как перевести пороговую функцию в базис И, ИЛИ, НЕ?
73. В каких пределах может изменяться пороговая величина при заданных весах переменных?
74. Какая пороговая функция называется мажоритарной? Приведите пример.
75. Сколько существует наборов значений *n* переменных, на которых мажоритарная функция принимает единичное значение?
76. Представьте заданную мажоритарную функцию в виде симметрической функции.

4. Конечные автоматы

77. Что такое автомат с прикладной (технической) точки зрения?
78. Какие логические элементы называют двоичными?
79. Изобразите электрические схемы диодно-резисторных элементов И, ИЛИ, НЕ.
80. Какие значения истинности соответствуют высокому и низкому уровням напряжения логических элементов И, ИЛИ, НЕ?
81. Какие булевы функции соответствуют логическим элементам И, ИЛИ, НЕ?
82. Изобразите логические схемы элементов Шеффера и Пирса.

Согласована на портале № 9830

83. Какие булевы функции соответствуют элементам Шеффера и Пирса?
84. Какие условные обозначения используются для логических элементов И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ?
85. Что такое комбинационная схема? Приведите пример.
86. Покажите на примере, как построить комбинационную схему по булевой функции, представленной в ДНФ, КНФ или форме высшего порядка.
87. В чём физический смысл операции суперпозиции применительно к логическим элементам?
88. Чем отличаются весовые двоичные коды от невесовых?
89. Как задаётся невесовой код?
90. Что такое код «2 из 5»?
91. Какими признаками характеризуется рефлексный код (код Грея)?
92. Как построить рефлексный код при помощи карты Вейча?
93. Приведите примеры весовых двоичных кодов.
94. Что такое преобразователь кода?
95. Какие действия необходимо выполнить, чтобы построить комбинационную схему преобразователя кода (например, циклического кода в весовой код 11133)?
96. Дайте контактную интерпретацию булевых функций.
97. Какие логические операции соответствуют последовательному и параллельному соединениям контактов?
98. Постройте контактную структуру на основе заданной булевой функции.
99. Приведите пример мостиковой контактной структуры.
100. Изобразите схему включения трёхфазного асинхронного двигателя применяя реле и кнопки «Пуск» и «Стоп».
101. Изобразите схему включения реверсивного трёхфазного асинхронного двигателя применяя реле, две пусковые кнопки «Пуск» и одну кнопку «Стоп».
102. Что такое многотактный автомат и в чём его отличие от комбинационной схемы?
103. Изобразите логическую схему простейшего триггера типа *RS* на элементах Шеффера.
104. Какое состояние входов *R* и *S* триггера типа *RS*, построенного на элементах Шеффера, является запрещённым?
105. Какую главную роль играют *RS*-триггеры в комбинационных схемах?
106. Какие по форме импульсы применяются многотактных автоматах?
107. В чём отличие синхронного принципа работы автомата от асинхронного?
108. Приведите пример асинхронного автомата, построенного на триггерах типа *T*.
109. В каких случаях *T*-триггер меняет свои состояния?
110. Найдите последовательность состояний, которые заданный асинхронный автомат проходит под действием входных импульсов.
111. Что такое *JK*-триггер?
112. При каких условиях *JK*-триггер меняет свои состояния под действием синхроимпульсов?
113. Постройте синхронный автомат на *JK*-триггерах, меняющий свои состояния в заданной последовательности. Изобразите его логическую схему.

5. Комбинаторика

114. Сформулируйте основное правило комбинаторики (правило произведения).
115. Сформулируйте правило суммы.
116. Запишите формулы для основных комбинаторных конфигураций: перестановок, размещений, сочетаний с повторениями и без повторений.
117. Дайте формулировку и решение задачи о разбиении множества на несколько непересекающихся подмножеств.
118. Приведите решение задачи из теории вероятностей на тему урновой модели.

6. Теория графов

119. Охарактеризуйте такие понятия, как граф, надграф, подграф, частичный граф.
120. Что такое смежность, инцидентность, степень вершины?
121. Какие графы называются однородными?
122. Какие графы называются полными?
123. Что такое дополнение графа?
124. Что такое изоморфизм?

Согласована на портале № 9830

125. Какие вершины называются смежными? Какие рёбра называются смежными?
126. Что такое инцидентность?
127. Как построить матрицу смежности? Приведите примеры.
128. Как строится матрица инцидентности?
129. Приведите понятия маршрута, цепи, простой цепи, простого цикла в графе.
130. Какие графы называются связными?
131. Что такое степень связности графа?
132. Как найти все простые цепи, соединяющие две вершины графа?
133. Какие графы называются эйлеровыми и полуэйлеровыми?
134. Что такое уникурсальная линия?
135. Какие графы называются гамильтоновыми?
136. Какие графы называются двудольными?
137. Что такое полный двудольный граф?
138. Какой граф называют плоским?
139. Какие графы называются планарными?
140. Сформулируйте теорему Эйлера о плоских графах.
141. Дайте определение клики в графе.
142. Как построить граф, двойственный по отношению к заданному?
143. Какие графы называются деревьями и какие – лесом?
144. Как закодировать дерево методом Пруфера, как декодировать? Приведите примеры кодирования и декодирования деревьев.
145. Какие графы называются ориентированными (орграфами)?
146. Как определяется степень вершины орграфа?
147. Что такое сильная и слабая связность орграфа?
148. Сколько существует полных орграфов на *n* вершинах?
149. Что такое транспортная сеть?
150. Как определить максимальную пропускную способность транспортной сети?

Темы самостоятельной работы:

1) Теория нечётких множеств;
2) Общий случай симметрии булевых функций
3) Синтез автоматов на *D*-триггерах
4) Эйлеровы графы.

Темы для тестирования:

1) Операции над множествами;
2) Минимизация булевых формул;
3) Многотактные автоматы;
4) Применение формул комбинаторики;
5) Теория графов.

Темы индивидуальных заданий:

1) алгебра Жегалкина
2) дифференцирование и интегрирование булевых формул;
3) булевы уравнения;
4) Анализ асинхронных автоматов, построенных на *T*-триггерах;
5) Решение комбинаторных задач;
6) Поиск в графах простых цепей, соединяющих две вершины.

Согласована на портале № 9830

4 Методические материалы.

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются материалы: методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе согласно пункту12 рабочей программы.

Основная литература.

1.Шевелев, Ю.П. Дискретная математика. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 592 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/71772 — Загл. с экрана.
https://e.lanbook.com/book/71772?category_pk=917#book_name
2.Шевелев, Ю.П. Сборник задач по дискретной математике (для практических занятий в группах). [Электронный ресурс] / Ю.П. Шевелев, Л.А. Писаренко, М.Ю. Шевелев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 528 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5251 — Загл. с экрана.
https://e.lanbook.com/book/5251?category_pk=917#book_name
3.Жигалова Е.Ф. Дискретная математика: Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий , самостоятельных и лабораторных работ. г.Томск, 2007(электронный ресурс)
http://new.kcup.tusur.ru/library/diskretnaja-matematika-0

Дополнительная литература.

Бабичева, И.В. Дискретная математика. Контролирующие материалы к тестированию. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 160 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/30193 — Загл. с экрана.
https://e.lanbook.com/book/30193?category_pk=914#book_name

Учебно-методические пособия и требуемое программное обеспечение.

Практические и лабораторные занятия проводятся по учебным пособиям:

1.Шевелев, Ю.П. Дискретная математика. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 592 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/71772 — Загл. с экрана.
https://e.lanbook.com/book/71772?category_pk=917#book_name
2.Шевелев, Ю.П. Сборник задач по дискретной математике (для практических занятий в группах). [Электронный ресурс] / Ю.П. Шевелев, Л.А. Писаренко, М.Ю. Шевелев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 528 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5251 — Загл. с экрана.
https://e.lanbook.com/book/5251?category_pk=917#book_name
3.Жигалова Е.Ф. Дискретная математика: Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий , самостоятельных и лабораторных работ. г.Томск, 2007(электронный ресурс)
http://new.kcup.tusur.ru/library/diskretnaja-matematika-0

Задания на контрольные работы и индивидуальные задания приведены в следующих учебных пособий:

1.Шевелев, Ю.П. Сборник задач по дискретной математике (для практических занятий в группах). [Электронный ресурс] / Ю.П. Шевелев, Л.А. Писаренко, М.Ю. Шевелев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 528 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5251 — Загл. с экрана.
https://e.lanbook.com/book/5251?category_pk=917#book_name
2.Жигалова Е.Ф. Дискретная математика: Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий , самостоятельных и лабораторных работ. г.Томск, 2007(электронный ресурс)
http://new.kcup.tusur.ru/library/diskretnaja-matematika-0

Согласована на портале № 9830