

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»

Институт электронных и информационных систем
Кафедра физики твердого тела и микроэлектроники

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЭИС, профессор

С.И.Эминов

«30» 06 2017 г.



ПРОЦЕССЫ МИКРО- И НАНОТЕХНОЛОГИИ

Учебный модуль по направлению подготовки
11.03.04 – Электроника и микроэлектроника

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебного отдела

О.Б.Широколобова

«30» 06 2017 г.

Разработал

Профессор КФТТМ

М.А.Захаров

«05» 06 2017 г.

Принято на заседании КФТТМ

Протокол № 11 от 05.06 2017 г.

Заведующий кафедрой

Б.И.Селезнев

1 Цели освоения учебного модуля

Цель учебного модуля (УМ) «Процессы микро- и нанотехнологии» – развитие компетентности студентов в области технологических процессов, протекающих при формировании микро- и наноразмерных структур и объектов, предназначенных для применений в микро- и наноэлектронике, приборостроении.

Основные задачи УМ:

В результате изучения УМ студенты должны:

- иметь представление об основных задачах, решаемых при разработке технологического процесса производства электронных приборов, и о путях их решения;
- знать обобщенный поэтапный состав технологического процесса производства электронных приборов;
- знать основные методы и приемы технологии производства приборов микро- и нанотехнологии, их общие принципы и сравнительные характеристики;
- иметь представление о математических моделях основных технологических процессов и уметь применять их для расчета параметров и режимов проведения этих процессов;
- иметь представление об основных тенденциях и перспективах развития отечественной и зарубежной технологии микро- и наноэлектронных приборов.

Ведущая идея УМ – изучение процессов микро- и нанотехнологии имеет фундаментальное значение для понимания и исследования свойств современных материалов электронной техники.

2 Место учебного модуля в структуре ОП направления подготовки

Учебный модуль «Процессы микро- и нанотехнологии» является модулем по выбору блока 1.

Изложение курса базируется на знаниях, полученных при изучении курсов «Физика», «Математика», «Физическая химия материалов и процессов электронной техники», «Квантовая механика и статистическая физика», «Основы проектирования и технологии электронной компонентной базы» и изучается в седьмом семестре.

В результате изучения предшествующих модулей и для изучения УМ «Процессы микро- и нанотехнологии», обучающиеся должны:

знать: основные методы и приемы технологии материалов электронной техники, их сравнительные характеристики; связь параметров технологических процессов с выходными ха-

раактеристиками материала; основные методы получения монокристаллов и эпитаксиальных структур;

уметь: использовать основные модели процессов технологии полупроводниковых материалов для описания и прогнозирования протекания процессов в условиях производственной деятельности;

владеть: аппаратом дифференциального и интегрального исчислений, а также методами решения типовых физических задач.

Знания и умения, полученные при изучении данного модуля, используются при подготовке выпускной квалификационной работы.

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенции:

- ДПК-2 способность к организации и контролю технологического процесса выпуска изделий микроэлектроники.

В результате освоения УМ «Процессы микро- и нанотехнологии» студент должен знать, уметь и владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ДПК-2	базовый	Основные физические закономерности, лежащие в основе современных технологических процессов, основные технологические методы и приемы, физические основы методов их контроля, практические возможности конкретных технологических процессов для получения материалов и создания устройств микро- и нанoeлектроники.	Ориентироваться в многообразии современных технологических методов и приемов; разрабатывать технологические схемы производства материалов и устройств микро- и нанoeлектроники; определять оптимальные режимы проведения отдельных технологических операций.	Основными принципами построения технологических процессов производства материалов микро- и нанoeлектроники, иметь представление об основных направлениях развития процессов микро- и нанотехнологий.

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

Учебная работа (УР)	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
	7 сем.	
Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах (ЗЕ)	6	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	216	
- лекции	36	ДПК-2
- практические занятия	54	
- аудиторная СРС	18	
- внеаудиторная СРС	126	
Аттестация:		
- экзамен	36	

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

Раздел 1. Введение

Предмет учебного модуля и его место в системе подготовки специалистов в области микроэлектроники. Задачи учебного модуля, обобщенная характеристика его разделов и связь с другими учебными модулями.

Краткая справка об истории развития микро- и наноразмерных электронных приборов и технологии их изготовления. Современное состояние технологии исследования и производства микро- и нанoeлектронных приборов в России и за рубежом. Тенденции и перспективы развития технологии производства микро- и наноразмерных электронных приборов.

Организационно-технологические принципы, лежащие в основе разработки и производства микро- и наноразмерных приборов. Требования к производственным помещениям, оборудованию, персоналу и применяемым материалам. Производственная гигиена.

Общая классификация микро- и нанoeлектронных приборов. Обобщенная поэтапная схема технологического процесса производства электронных приборов.

Раздел 2. Процессы технологии микроэлектронных приборов.

Классификация и рассмотрение процессов технологии микроэлектронных приборов: межоперационный контроль, диффузионное и ионное легирование, вакуумное напыление ме-

таллов и диэлектриков, оптическая, рентгеновская и электронная литография, химическая, температурная, оптическая и другие виды обработки полупроводника. Технологическое оборудование технологии микроэлектронных приборов. Автоматизация технологического процесса производства микро- и нанoeлектронных приборов. Технологическая документация.

Методы математического моделирования процессов технологии микроэлектронных приборов - диффузии и ионной имплантации.

Технология производства гибридных и твердотельных интегральных микросхем, оптоэлектронных приборов и микроэлектронных приборов на основе полупроводниковых соединений и гетероструктур.

Технологические ограничения интеграции и миниатюризации микроэлектронных приборов.

Раздел 3. Процессы нанотехнологии.

Направления реализации нанoeлектронных устройств. Обзор основных нанoeлектронных приборов и структур: одноэлектронный транзистор, квантовая ячейка, атомарный переключатель, транзистор на основе резонансно-туннельного эффекта, нанотрубки и др.

Специфика технологии нанoeлектронных приборов. Методы изготовления наноразмерных электронных структур: литография, молекулярно-лучевая эпитаксия, механический синтез с использованием наноразмерных зондов (сканирующая туннельная и атомная силовая микроскопия), хемосинтез.

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте (приложение Б).

4.3 Организация изучения учебного модуля

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в приложении А.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения УМ используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра и семестровый (экзамен) – по окончании изучения УМ.

Максимальное количество баллов, получаемое на экзамене – 50. Максимальное количество баллов по модулю – 300. Пороговому уровню соответствует 150 баллов.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования» и Положением «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников».

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: разноуровневые задачи, расчетно-графические задачи и экзамен. Содержание видов контроля и график отражены в технологической карте учебного модуля приложения Б. Паспорта компетенций представлены в приложении В.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено Картой учебно-методического обеспечения (приложение Г).

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Для осуществления образовательного процесса по модулю используется лекционная аудитория, оборудованная мультимедийными средствами

Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения УМ

Б – Технологическая карта

В – Паспорта компетенций

Г – Карта учебно-методического обеспечения УМ

Приложение А

(обязательное)

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля «Процессы микро- и нанотехнологии»

Учебный модуль «Процессы микро- и нанотехнологии» состоит из взаимосвязанных разделов, по которым предусмотрены лекционные и практические занятия.

В таблице А.1 отражены разделы модуля, технологии и формы проведения занятий, задания по самостоятельной работе студента и ссылки на необходимую литературу.

А.1 Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

Теоретическая часть модуля направлена на формирование системы знаний об основных процессах микро- и нанотехнологии, методах их реализации для нужд микро- и наноэлектроники.

Основное содержание теоретической части излагается преподавателем на лекционных занятиях, а также усваивается студентом при знакомстве с дополнительной литературой, которая предназначена для более глубокого овладения знаниями основных дидактических единиц соответствующего раздела и указана в таблице А.1.

А.2 Методические рекомендации по практическим занятиям

Цель практических занятий – закрепление теоретического материала и выработка у студентов умения решать задачи по практическим аспектам УМ.

Практические занятия строятся следующим образом:

- 20% аудиторного времени отводится на объяснение решения типовой задачи у доски;
- 70% аудиторного времени – самостоятельное решение задач студентами;
- 10% аудиторного времени в конце текущего занятия – разбор типовых ошибок при решении задач.

Большинство задач содержится в фонде оценочных средств данного УМ (приложение А).

Конкретная форма проведения практических занятий указана в таблице А.1.

Пример расчетной задачи.

После механической обработки полированная кремниевая пластина на отдельных участках имеет клиновидность k (мкм/см). На её поверхность наложена плоская стеклянная пластина. При нормальном освещении монохроматическим светом с длиной волны λ в зазоре наблюдаются интерференционные полосы, расположенные на расстоянии l одна от другой. Определите недостающие в таблице значения.

Вариант	k мкм/см	λ мкм	l см
1	?	0,45	0,1
2	?	0,47	0,2
3	?	0,5	0,3
4	?	0,55	0,4
5	?	0,6	0,5
6	?	0,65	0,6
7	?	0,45	0,6
8	?	0,47	0,5
9	?	0,5	0,4
10	?	0,55	0,3
11	?	0,6	0,2
12	?	0,65	0,1
13	0,2	0,45	?
14	0,3	0,47	?
15	0,4	0,5	?
16	0,5	0,55	?
17	0,6	0,6	?
18	0,7	0,65	?
19	0,8	0,45	?
20	0,9	0,47	?
21	1,0	0,5	?
22	1,1	0,55	?
23	1,2	0,6	?
24	1,3	0,65	?

А.3 Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

Для подготовки к практическим занятиям и экзамену рекомендуется пользоваться основной и дополнительной учебно-методической литературой, представленной в таблице А.1 и в карте учебно-методического обеспечения.

Для самостоятельной подготовки к экзамену предлагаются контрольные вопросы по УМ.

Вопросы к экзамену по учебному модулю

«Процессы микро- и нанотехнологии»

1. Основные этапы и перспективы развития электроники.
2. Классификация ИС по их конструктивно-технологическим признакам и по степени интеграции элементов.
3. Основные принципы разработки технологии ИС.
4. Требования, предъявляемые к качеству обработки пластин в планарной технологии.
5. Способы ориентации монокристаллических слитков.

6. Принципы механической обработки п/п материалов. Обработка свободным и связанным абразивами. Строение поверхностного слоя.
7. Способы резки слитков на пластины.
8. Шлифовка и полировка п/п пластин. Особенности химико-механической полировки.
9. Способы разделения пластины на кристаллы: скрайбирование, абразивная резка, химическое травление и др.
10. Химическое травление п/п. Полирующее, дифференциальное и анизотропное травление. Обобщенный состав травителя.
11. Электрохимическое травление п/п.
12. Ионное и плазмохимическое травление п/п.
13. Механизмы диффузии примесей в твердых телах. Коэффициент диффузии и причины, влияющие на его величину. Связь растворимости и скорости диффузии примесей.
14. Расчет глубины залегания р-п переходов, получаемых одностадийной и двухстадийной диффузией.
15. Методы осуществления процесса диффузии: в запаянной ампуле, в потоке газа-носителя, бокс метод, из поверхностных стекол, из легированных окислов, из слоя поликристаллического кремния.
16. Характеристики важнейших диффузантов, используемых в технологии планарных кремниевых приборов.
17. Ионное легирование п/п. Профиль торможения в аморфных мишенях. Проецированный пробег, дисперсия пробегов.
18. Распределение внедренных ионов в монокристаллах. Эффект каналирования.
19. Радиационные нарушения при ионном легировании. Отжиг дефектов. Радиационно-управляемая диффузия.
20. Особенности получения р-п переходов методом ионного легирования. Примеры использования ионного легирования в технологии п/п устройств.
21. Назначение и способы получения маскирующих слоев двуокиси кремния: термическое окисление, пиролиз, окисление силана, напыление. Свойства получаемых слоев.
22. Получение, свойства и использование в планарной технологии защитных слоев нитрида кремния.
23. Методы контроля толщины защитных диэлектрических слоев на поверхности полупроводниковых структур.
24. Фотолитография в производстве п/п приборов. Позитивные и негативные фоторезисты. Способ контактной фотолитографии.
25. Процесс изготовления фотошаблонов. Способы увеличения срока службы фотошаблонов.
26. Проекционная фотолитография в технологии п/п приборов.

27. Рентгенолитография в технологии п/п приборов.
28. Электролитография в технологии п/п приборов.
29. Фотолитография в области коротковолнового ультрафиолета.
30. Изоляция элементов биполярных ИС с помощью р-п переходов. Методы разделительной диффузии, КИД, БИД.
31. Изоляция элементов ИС тонким диэлектрическим слоем на проводящей подложке. Эпик методы.
32. Гибридные методы изоляции элементов ИС. Изопланар, V-АТЕ, VIP.
33. Диэлектрическая изоляция элементов ИС. Методы КНД и КВД.
34. Технология пассивных элементов биполярных ИС.
35. Стандартная технология МДП транзисторов с каналами п- и р-типов. Недостатки стандартной технологии.
36. Технология МДП транзисторов с самосовмещающимися затворами. Кремниевые затворы, использование ионного легирования.
37. Технология МДП транзисторов с короткими каналами. Д-МОП и V-МОП приборы.
38. Пассивные элементы МДП ИС. Особенности МДП ИС.
39. Межэлементные соединения. Металлизация алюминием. Другие способы металлизации.
40. Сборка п/п приборов. Монтаж кристаллов в корпус, присоединение выводов, герметизация корпуса.
41. Групповые методы сборки п/п приборов с объемными выводами.
42. Физические основы метода вакуумной термической технологии. Испарение вещества, перенос паров, конденсация. Схема установки.

Пример экзаменационного билета

Министерство науки и образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт электронных и информационных систем
Кафедра физики твердого тела и микроэлектроники

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ
по учебному модулю
«Процессы микро- и нанотехнологии»

1. Основные принципы разработки технологии ИС.
2. Физические основы метода вакуумной термической технологии. Испарение вещества, перенос паров, конденсация. Схема установки.

3 Задача.

Определите клиновидность кремниевой пластины, если при наложении на ее поверхность плоской стеклянной пластины для нормально падающего света с длиной волны $\lambda=0,5$ мкм наблюдается пять интерференционных полос ($N=5$) на расстоянии $\Delta l=1$ см.

Зав. кафедрой ФТТМ

Б.И. Селезнев

Таблица А.1 - Организация изучения учебного модуля «Процессы микро- и нанотехнологии»

Раздел дисциплины	Технология и форма проведения занятий	Задания на СРС	Дополнительная литература и интернет-ресурсы
Раздел 1. Введение.	– информационные лекции	изучение лекций	[1] Ю.М. Таиров, В.Ф. Цветков. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов: Учебник для вузов. 3-е изд., стер. – СПб.: Изд-во Лань, 2002. – 423 с.
Раздел 2. Процессы технологии микро-электронных приборов.	– информационные лекции – решение задач с обсуждением результатов	– решать задачи (ауд. СРС) – изучение лекций	[1] Ю.М. Таиров, В.Ф. Цветков. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов: Учебник для вузов. 3-е изд., стер. – СПб.: Изд-во Лань, 2002. – 423 с. [2] Антипов Б. Л. Материалы электронной техники : Задачи и вопросы : учеб. для студентов вузов. - 3-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2003. - 206,[1]с.
Раздел 3. Процессы нанотехнологии.	– информационные лекции – решение задач с обсуждением результатов	– решать задачи (ауд. СРС) – изучение лекций	[1] Ю.М. Таиров, В.Ф. Цветков. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов: Учебник для вузов. 3-е изд., стер. – СПб.: Изд-во Лань, 2002. – 423 с. [2] Антипов Б. Л. Материалы электронной техники: Задачи и вопросы : учеб. для студентов вузов. - 3-е изд., стер. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2003. - 206,[1]с.

Приложение Б
(обязательное)

Технологическая карта

Учебного модуля «Процессы микро- и нанотехнологии»

семестр – 7, ЗЕ – 6, вид аттестации – экзамен, акад.часов – 216, баллов рейтинга – 300

Номер и наименование раздела дисциплины, КП/КР	№ не- дели сем.	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успеваемости (в соответствии с паспор- том ФОС)	Максим. кол-во бал- лов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
Раздел 1. Введение.	1-2	4				6		
Раздел 2. Процессы технологии микроэлектронных приборов.	3-10	16	27		8	60	разноуровневые задачи	4 x 15 б.
							расчетно-графическая задача	1 x 50 б.
Раздел 3. Процессы нанотехнологии.	11-18	16	27		10	60	разноуровневые задачи	6 x 15 б.
							расчетно-графическая задача	1x 50 б.
Экзамен						36		50
Итого:		36	54		18	216		300

Критерии оценки качества освоения студентами учебного модуля:

- «удовлетворительно» – от 150 до 209 баллов;
- «хорошо» – от 210 до 269 баллов;
- «отлично» – от 270 до 300 баллов.

Приложение В
(обязательное)

Паспорта компетенций

ДПК-2 способность к организации и контролю технологического процесса выпуска изделий микроэлектроники

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Базовый уровень	Знает основные физические закономерности, лежащие в основе современных технологических процессов, основные технологические методы и приемы, физические основы методов их контроля, практические возможности конкретных технологических процессов для получения материалов и создания устройств микро- и нанoeлектроники.	Испытывает трудности в понимании основных физических закономерностей, лежащие в основе современных технологических процессов, основных технологических методов и приемов, физических основ методов их контроля, практических возможностей конкретных технологических процессов для получения материалов и создания устройств микро- и нанoeлектроники.	Недостаточно четко понимает основные физические закономерности, лежащие в основе современных технологических процессов, основные технологические методы и приемы, физические основы методов их контроля, практические возможности конкретных технологических процессов для получения материалов и создания устройств микро- и нанoeлектроники.	Ясно понимает основные физические закономерности, лежащие в основе современных технологических процессов, основные технологические методы и приемы, физические основы методов их контроля, практические возможности конкретных технологических процессов для получения материалов и создания устройств микро- и нанoeлектроники.
	Умеет ориентироваться в многообразии современных технологических методов и приемов; разрабатывать технологические схемы производства материалов и устройств микро- и нанoeлектроники; определять оптимальные режимы проведения отдельных технологических операций.	Испытывает трудности при использовании современных технологических методов и приемов; разработке технологических схем производства материалов и устройств микро- и нанoeлектроники; определении оптимальных режимов проведения отдельных технологических операций.	Не всегда корректно использует современные технологические методы и приемы; разрабатывает технологические схемы производства материалов и устройств микро- и нанoeлектроники; определяет оптимальные режимы проведения отдельных технологических операций.	Способен в полной мере использовать современные технологические методы и приемы; разрабатывать технологические схемы производства материалов и устройств микро- и нанoeлектроники; определять оптимальные режимы проведения отдельных технологических операций.
	Владеет основными принципами построения технологических процессов производства материалов микро- и нанoeлектроники.	Испытывает трудности при использовании основных принципов построения технологических процессов производства материалов микро- и нанoeлектроники.	Недостаточно уверенно использует основные принципы построения технологических процессов производства материалов микро- и нанoeлектроники.	Владеет основными принципами построения технологических процессов производства материалов микро- и нанoeлектроники.

Приложение Г

(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения

УМ «Процессы микро- и нанотехнологии»

Направление (специальность) 11.03.04 – Электроника и нанoeлектроника

Формы обучения очная

Курс 4 Семестр 7

Часов: всего 216, лекций 36, практ. зан. 54, лаб. раб. 2, СРС 126

Обеспечивающая кафедра ФТТМ

Таблица Г.1 - Обеспечение дисциплины учебными изданиями

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий : учеб. пособие для вузов : в 2 т. / под общ. ред. Ю. Н. Коркишко. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2010-2011. Т. 1 : Физико-химические основы технологии микроэлектроники / Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова. - 2010. - 392 с.	6	
2. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий : учеб. пособие для вузов : в 2 т. / под общ. ред. Ю. Н. Коркишко. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2010-2011. Т. 2 : Технологические аспекты / М. В. Акуленок [и др.]. - 2011. - 252 с..	2	
3. Пасынков В. В. Материалы электронной техники : учебник. - 3-е изд. - СПб. : Лань, 2001. - 366,[1]с.	28	
Пасынков В. В. Материалы электронной техники : учебник. - 5-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2003. - 366,[1]с.	47	
Пасынков В.В. Материалы электронной техники : учеб. для вузов. - 6-е изд.,стер. - СПб. : Лань, 2004. - 366,[1]с.	2	
4. Технология материалов микро- и нанoeлектроники / Моск.гос.ин-т стали и сплавов (технолог.ун-т). - М. : МИСИС, 2007. – 542 с.	3	
Учебно-методические издания		
1. Рабочая программа модуля с приложениями «Процессы микро- и нанотехнологии» /Авт.-сост. М.А.Захаров; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – В.Новгород, 2017. – 16 с.		

Таблица Г.2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание

Таблица Г.3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. Нов- ГУ	Наличие в ЭБС
1 Таиров Ю.М. Технология полупроводниковых и диэлектрических приборов: учеб. для вузов / Ю.М.Таиров, В.Ф.Цветков. - 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2002. – 423 с.	22	
2 Антипов Б.Л. Материалы электронной техники: Задачи и вопросы: учеб. для студентов вузов. - 3-е изд., стер. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2003. – 206 с.	102	

Действительно для учебного года _____ / _____

Зав. кафедрой _____ Б.И. Селезнев

_____ 20 ____ г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

должность

подпись

расшифровка