

Министерство науки и высшего образования 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

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 11 7D 78 67 C2 66 A3 34 B2 CE 4F 9A FD E9 38 84 E5 28 4A 09

Владелец: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Новгородский государственный университет
имени Ярослава Мудрого»

Действителен: с 08.07.2021 до 08.10.2022



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЭИС, проф.

С.И.Эминов

«29» января 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

МИКРОЭЛЕКТРОНИКА

по направлению подготовки

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль) Микроэлектроника и твердотельная электроника

СОГЛАСОВАНО

Начальник УОД

А.Н.Макаревич

«23» января 2019 г.

Разработал

доцент кафедры ФТТМ

В.Н. Петров

«25» 12 2018 г.

Принято на заседании кафедры ФТТМ

Протокол № 4 от 26.12 2018 г.

Заведующий кафедрой ФТТМ

Б.И. Селезнев

«26» 12 2018 г.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Цель освоения учебной дисциплины: формирование компетентности студентов в области современной полупроводниковой и функциональной микроэлектроники, способствующей становлению их готовности к решению задач профессиональной деятельности.

Задачи:

- обучение студентов принципам действия и устройству интегральной микроэлектроники;
- формирование навыков в области исследования физических процессов, протекающих в полупроводниковых структурах;
- формирование знаний и практических умений, необходимых для определения основных параметров и характеристик полупроводниковых приборов и компонентов интегральных микросхем.

2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина относится к обязательной части учебного плана основной профессиональной образовательной программы направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника и направленности (профилю) Микроэлектроника и твердотельная электроника (далее – ОПОП). В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающихся, приобретенные ими в рамках изучения следующих дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Материалы электронной техники», «Компоненты электронной техники», «Физические основы электроники».

Освоение учебной дисциплины является компетентностным ресурсом для дальнейшего изучения учебных дисциплин направления подготовки 11.03.04, таких как «Схемотехника», «Элементная база сверхбольших интегральных схем», а также при подготовке выпускной квалификационной работы.

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины:

общепрофессиональные компетенции:

- ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности.

Результаты освоения учебной дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты освоения учебной дисциплины

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)		
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	Знать фундаментальные законы природы и основные физические математические законы	Уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Владеть навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач

4 Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

Таблица 2 – Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения

Части учебной дисциплины (модуля)	Всего	Распределение по семестрам
		5 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	3
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	54	54
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) (при наличии)	-	-
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	54	54
5. Промежуточная аттестация (зачет; дифференцированный зачет; экзамен) (АЧ)	ДЗ	ДЗ

4.2 Содержание учебной дисциплины

Тема 1. Полупроводниковые интегральные микросхемы.

Тема 2. Компоненты полупроводниковых интегральных схем.

Тема 3. Основные схемотехнические структуры цифровых биполярных микросхем.

Тема 4. Логические элементы МДП интегральных схем.

Тема 5. Аналоговые интегральные микросхемы.

Тема 6. Перспективные элементы и предельные возможности интегральной микроэлектроники.

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины и контактной работы

Таблица 3 – Трудоемкость разделов учебной дисциплины

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)				Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР			
1.	Полупроводниковые интегральные микросхемы	3	6		1	9	опрос
2.	Компоненты полупроводниковых интегральных схем	3	6		1	9	опрос
3.	Основные схемотехнические структуры цифровых биполярных микросхем	3	6		2	9	контрольная работа
4.	Логические элементы МДП интегральных схем	3	6		2	9	опрос
5.	Аналоговые интегральные микросхемы	3	6		2	9	контрольная работа
6.	Перспективные элементы и предельные возможности интегральной микроэлектроники	3	6		1	9	опрос
	Промежуточная аттестация	дифференцированный зачет					
	ИТОГО	18	36	-	9	54	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ:

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

4.4.2 Примерные темы курсовых работ/курсовых проектов:

Курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены учебным планом.

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

Таблица 4 – Методические рекомендации по организации лекций

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Полупроводниковые интегральные микросхемы. Микроэлектроника как этап развития электроники и одно из ее основных направлений. Сочетание физического, технологического и схемотехнического аспектов микроэлектроники. Основные цели и задачи микроэлектроники. Классификация по технологическому признаку: полупроводниковые и гибридные микросхемы. Микросхемы на биполярных и МДП-транзисторах. Цифровые и аналоговые микросхемы. Классификация по степени интеграции. Особенности полупроводниковых интегральных микросхем. Методы изоляции элементов: изоляция р-п переходом, диэлектрическая и комбинированная изоляция (информационная лекция).	3
2.	Компоненты полупроводниковых интегральных схем. Биполярные полупроводниковые структуры. Транзисторы п-р-п структуры. Особенности интегральной транзисторной структуры. Транзисторные структуры р-п-р типа: горизонтальный и подложечный транзисторы. Комплементарные транзисторы. Составные транзисторы. Многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторные структуры. Транзисторы Шоттки. Интегральные диоды на основе р-п перехода. Диодное включение биполярного транзистора. Диоды на основе барьера Шоттки. Структуры полевых транзисторов для интегральных микросхем: транзисторы с управляющим р-п переходом и МДП-транзисторы. Самоизоляция МДП-структур. Комплементарные МДП-структуры, тиристорный эффект. Диффузионные резисторы. Интегральные конденсаторы: диффузионные, МДП- и МДМ-конденсаторы (информационная лекция).	3
3.	Основные схемотехнические структуры цифровых биполярных микросхем. Простой транзисторный ключ. Резисторно-транзисторная логика, диодно-транзисторная логика, транзисторно-транзисторная логика, эмиттерно-связанная логика, интегральная инжекционная логика: основные структуры логических элементов, расчет параметров логических элементов (информационная лекция).	3
4.	Логические элементы МДП интегральных схем. Реализация логических функций на МОП-транзисторах. Логические элементы на основе одностипных МОП-транзисторов: элемент с обогащенной, квазилинейной и обедненной нагрузкой. Расчет параметров логических элементов, особенности проектирования топологии логического элемента. Логические элементы на комплементарных МОП транзисторах (информационная лекция).	3
5.	Аналоговые интегральные микросхемы. Усиление напряжения с помощью транзистора. Особенности реализации усилителей в интегральном исполнении. Дифференциальный каскад. Эталон тока. Выходные каскады аналоговых интегральных микросхем (информационная лекция).	3
6.	Перспективные элементы и предельные возможности интегральной микроэлектроники. Физические ограничения на уменьшение размеров элементов интегральных микросхем. Минимальные рабочие напряжения. Минимальные рабочие токи. Электрическая прочность тонких слоев и пленок. Предельная плотность размещения транзисторов в интегральных микросхемах. Технологические ограничения на уменьшение размеров элементов интегральных микросхем. Тепловые ограничения увеличения плотности размещения активных элементов в интегральных микросхемах. Полевые транзисторы на арсениде галлия. Транзисторы на основе гетероструктур (НЕМТ-транзисторы) (информационная лекция).	3
	ИТОГО	18

Таблица 5 – Методические рекомендации по организации практических занятий

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоем- кость в АЧ
1.	Полупроводниковые интегральные микросхемы (опрос, решение задач)	6
2.	Компоненты полупроводниковых интегральных схем (опрос, решение задач)	6
3.	Основные схемотехнические структуры цифровых биполярных микросхем (контрольная работа)	6
4.	Логические элементы МДП интегральных схем (опрос, решение задач)	6
5.	Аналоговые интегральные микросхемы (контрольная работа)	6
6.	Перспективные элементы и предельные возможности интегральной микроэлектроники (опрос, решение задач)	6
	ИТОГО	36

Рекомендации к проведению практических занятий.

1. Опрос.

Опрос проводится на практических занятиях в устной форме по темам 1, 2, 4, 6. Примерные вопросы для проведения опроса приведены в приложении А данной рабочей программы.

2. Решение задач.

На практических занятиях студентам предлагаются задачи из учебного пособия: Терехов В.А. Задачник по электронным приборам: учеб. пособие. - 3-е изд., перераб. и доп. - СПб.; М; Краснодар: Лань, 2003. - 276с. В данном пособии разобрано решение типовых задач.

Для проверки и оценки умений и навыков, полученных на практических занятиях при решении задач, проводятся две контрольные работы.

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины

Фонд оценочных средств представлен в приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины представлено в приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица 6 – Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению согласно ФГОС ВО	Наличие материально-технического оборудования
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска)
		помещения для самостоятельной работы (наличие компьютера, выход в Интернет)
2.	Мультимедийное оборудование	ПК IBM ATX Inwia S500 с подключением к сети «Интернет», монитор 17/КК/м, проектор Epson EMP-X5,

		экран подвесной (800х600)	
3.	Программное обеспечение		
Наименование программного продукта		Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
Microsoft Windows 7 Professional		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Windows 10 for Educational Use		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Imagine (Microsoft Azure Dev Tools for Teaching) Standard		Договор №243/ю, 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	19.12.2018
Kaspersky Endpoint Security Standard*		Лицензия № 1C1C-180910-103950-813-1463	10.09.2018
Microsoft Office 2013 Standard		Open License № 62018256	31.07.2016
Подписка Microsoft Office 365		свободно распространяемое для вузов	-
Adobe Acrobat		свободно распространяемое	-
Skype		свободно распространяемое	-
Teams		свободно распространяемое	-

* отечественное производство

Приложение А

(обязательное)

Фонд оценочных средств учебной дисциплины «Микроэлектроника»

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть – общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть – фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (экзаменационные билеты, вопросы к контрольной работе и пр.) и которая хранится на кафедре.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 – Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1	Опрос	Тема 1	1x10	ОПК-1
		Темы 2, 4, 6	3x20	
2	Контрольная работа	Темы 3, 5	2x40	
<i>Промежуточная аттестация</i>				
	Дифференцированный зачет		-	
	ИТОГО		150	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

1) Опрос

<i>Критерии оценки</i>			<i>Количество вариантов заданий</i>
Правильный ответ			1
Полнота ответа			
Понимание излагаемого материала			

Примерные вопросы к опросу:

- Что представляет собой интегральная схема (ИС)?
- Для чего применяются тонкопленочные технологии в производстве ИС?
- Особенности полупроводниковых ИС.
- Для чего применяются толстопленочные технологии в производстве ИС?

2) Контрольная работа

В каждой контрольной работе студенты должны решить по четыре задачи (одна задача оценивается в 10 баллов).

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество задач
Способен правильно подобрать нужные формулы и правильно их применить	1	4
Выполнены нужные вычисления и преобразования		
Получен верный ответ		

Пример решения задачи:

Рассчитайте ёмкость диффузионного конденсатора при нулевом смещении, созданного на основе коллекторного р–п перехода транзистора. Контактная разность потенциалов р–п перехода составляет 0,68 В. Удельное сопротивление эпитаксиального слоя составляет 2 Ом·см. Подвижность электронов в эпитаксиальном слое 1200 см²/В·с. Площадь конденсатора составляет 8300 мкм². Коллекторный р–п переход можно считать резким.

Решение:

Если считать коллекторный переход резким, то его удельная ёмкость может быть рассчитана по формуле:

$$C_{jo} = \sqrt{\frac{q \cdot \varepsilon_{Si} \cdot \varepsilon_0 \cdot N_C}{2\phi_K}}$$

Из удельного сопротивления найдем концентрацию примеси:

$$\frac{1}{\rho_c} = q \cdot \mu_n \cdot N_C$$

$$N_C = \frac{1}{\rho_c \cdot q \cdot \mu_n}$$

Подставив исходные данные, получим $N_C = 2.6 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$.

Теперь подставим данные в уравнение для удельной емкости и получим: $C_{j0} = 1.8 \cdot 10^{-8} \text{ Ф/см}^2$.

Чтобы найти ёмкость конденсатора, умножим его площадь на удельную емкость и получим 1.5 пФ.

Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

Приложение Б
(обязательное)

**Карта учебно-методического обеспечения
учебной дисциплины «Микроэлектроника»**

Таблица Б.1 – Основная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1 Ефимов И.Е. Основы микроэлектроники: учебник / И.Е.Ефимов, И.Я.Козырь. - 3-е изд., стер. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2008. - 383с.	26	
2 Коледов Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок: учеб. пособие для вузов / Л.А.Коледов. – 2-е изд., исп. и доп. – СПб.: Лань, 2008. – 398 с.	31	
Коледов Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок: учеб. пособие для вузов / Л.А.Коледов. – 3-е изд., стер. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2009. – 399 с.	5	
Коледов Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок: учеб. пособие для вузов / Л.А.Коледов. – 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2018. – 399 с.	2	
3 Терехов В.А. Задачник по электронным приборам: учеб. пособие. - 3-е изд., перераб. и доп. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2003. - 276с.	100	
Электронные ресурсы		
1		
2		

Таблица Б.2 – Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1 Алексенко А.Г. Основы микросхемотехники / А.Г.Алексенко, И.И.Шагурин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Лаборатория Базовых Знаний: Физматлит: Юнимедиастилл, 2002. – 448с.	12	
2 Коваленко А.А. Основы микроэлектроники: учеб. пособие для вузов. – М.: Академия, 2006. – 238 с.	1	
3 Пасынков В.В. Полупроводниковые приборы: учеб. для вузов. – 6-е изд., стер. – СПб: Лань, 2002. - 478 с.	6	
Пасынков В.В. Полупроводниковые приборы: учеб. для вузов. – 7-е изд., испр. – СПб: Лань, 2003. - 478 с.	47	
Пасынков В. В. Полупроводниковые приборы: учеб. для вузов. – 8-е изд., испр. – СПб: Лань, 2006. - 478 с.	9	
Пасынков В. В. Полупроводниковые приборы: учеб. для вузов / В.В.Пасынков, Л.К.Чиркин. – 9-е изд., стер. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2012. - 478 с.	2	

4 Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: учеб. пособие / И.П.Степаненко. - 2-е изд. - М.: Лаборатория Базовых Знаний: Физматлит, 2001; СПб.: Невский Диалект. - 488 с.: ил.	19	
Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: учеб. пособие / И.П.Степаненко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2003. - 488 с.: ил.	1	
Электронные ресурсы		
1		
2		

Таблица Б.3 – Информационное обеспечение

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
Профессиональные базы данных		
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/	Договор № БТ-46/11 от 17.12.2014	бессрочный
Электронный каталог научной библиотеки http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей) http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/	в открытом доступе	-
Национальная подписка в рамках проекта Министерства образования и науки РФ (Госзадание № 4/2017 г.) к наукометрическим БД Scopus и Web of Science https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic	регистрация (территория вуза)	2022
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф	в открытом доступе	-
Информационные справочные системы		
Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru	в открытом доступе	-
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru	в открытом доступе	-
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/	в открытом доступе	-

Зав. кафедрой  Б.И.Селезнев

« 26 » 12 20 18 г.

Приложение В
(обязательное)
Лист актуализации рабочей программы
учебной дисциплины «Микроэлектроника»

Рабочая программа актуализирована на 2020/2021 учебный год.
 Протокол № 13 заседания кафедры от «02» 06 2020 г.
 Разработчик: Петров В.Н.
 Зав. кафедрой Семезов Б.И.

Рабочая программа актуализирована на 2021/2022 учебный год.
 Протокол № 7 заседания кафедры от «10» 02 2021 г.
 Разработчик: Петров В.Н.
 Зав. кафедрой Семезов Б.И.

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
 Протокол № ____ заседания кафедры от «__» ____ 20__ г.
 Разработчик: _____
 Зав. кафедрой _____

Таблица В.1 Перечень изменений, внесенных в рабочую программу:

Номер изменения	№ и дата протокола заседания кафедры	Содержание изменений	Зав.кафедрой	Подпись
1	Протокол №13 от 02.06.2020	Обновления и актуа- лизация таблицы в п. 7.2	Семезов Б.И.	
2	Протокол №7 от 10.02.2021	Обновления и актуа- лизация таблицы в п. 7.2	Семезов Б.И.	

Содержание изменений:

1 Актуализировать п. 7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица 6 - Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению согласно ФГОС ВО	Наличие материально-технического оборудования
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска)
		помещения для самостоятельной работы (наличие компьютера , выход в Интернет)
2.	Мультимедийное оборудование	ПК IBM ATX Inwia S500 с подключением к сети «Интернет», монитор 17/КК/м, проектор Epson EMP-X5, экран подвесной (800х600)
3.	Программное обеспечение	
Наименование программного продукта		Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)
Microsoft Windows 7 Professional		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212
Microsoft Windows 10 for Educational Use		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212
Microsoft Office 2013 Standard		Open License № 62018256
Microsoft Imagine (Microsoft Azure Dev Tools for Teaching) Standard		Договор №243/ю, 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212
Kaspersky Endpoint Security Standard*		Лицензия № 1C1C1909170834236571324
Антиплагиат. Вуз.*		Договор №3341/12/ЕП(У)21-ВБ
Подписка Microsoft Office 365		свободно распространяемое для вузов
Adobe Acrobat		свободно распространяемое
Teams		свободно распространяемое
Skype		свободно распространяемое
Zoom		свободно распространяемое

* отечественное производство

2 Актуализировать п. 7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица - Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению согласно ФГОС ВО	Наличие материально-технического оборудования
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска)
		помещения для самостоятельной работы (наличие компьютера , выход в Интернет)
2.	Мультимедийное оборудование	ПК IBM ATX Inwia S500 с подключением к сети «Интернет», монитор 17/КК/м, проектор Epson EMP-X5, экран подвесной (800х600)
3.	Программное обеспечение	
Наименование программного продукта		Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)
Microsoft Windows 7 Professional		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212
Microsoft Windows 10 for Educational Use		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212

Microsoft Office 2013 Standard	Open License № 62018256	31.07.2016
Microsoft Imagine (Microsoft Azure Dev Tools for Teaching) Standard	Договор №243/ю, 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	19.12.2018
ABBYY FineReader PDF 15 Business. Версия для скачивания (годовая лицензия с академической скидкой)*	Договор №191/Ю	16.11.2020
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999. Node 1 year Educational Renewal License *	Договор №148/ЕП(У)20-ВБ, 1C1C-200914-092322-497-674	11.09.2020
Антиплагиат. Вуз.*	Договор №3341/12/ЕП(У)21-ВБ	29.01.2021
Подписка Microsoft Office 365	свободно распространяемое для вузов	-
Adobe Acrobat	свободно распространяемое	-
Teams	свободно распространяемое	-
Skype	свободно распространяемое	-
Zoom	свободно распространяемое	-

* отечественное производство