

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ярославская государственная сельскохозяйственная академия»

Инженерный факультет
Кафедра электрификации



УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА,
(В.В. Морозов)
«28» августа 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика полупроводниковых материалов

(наименование учебной дисциплины)

Уровень высшего образования бакалавриат
(бакалавриат; магистратура; подготовка кадров высшей квалификации)

Программа прикладного бакалавриата
(прикладного бакалавриата; прикладной магистратуры)

Направление(я) подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»
(код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль) образовательной программы Электрооборудование и электротехнологии в АПК

Форма обучения заочная
(очная, заочная)

Срок получения образования по программе 5 лет

Ярославль
2020 г.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины (модуля) «Физика полупроводниковых материалов» в основу положены:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1172 от 20.10.2015 г.


2. Учебный план по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» направленности (профиля) «Электрооборудование и электротехнологии в АПК», утвержденный Ученым советом ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА 6 марта 2018 г. Протокол № 2. Период обучения: 2018 – 2023 гг.

Преподаватели-разработчики

 (подпись)	<u>к. т. н.</u> (учёная степень, звание)	Угловский А.С.
 (подпись)	<u>д. т. н., доцент</u> (учёная степень, звание)	Орлов П.С.

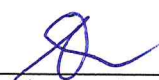
Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электрификации 25 августа 2020 г. Протокол № 12.

Заведующий кафедрой

 (подпись)	<u>д. т. н., доцент</u> (учёная степень, звание)	Орлов П.С.
--	---	------------

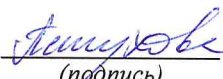
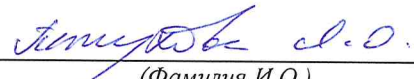
Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного факультета 27 августа 2020 г. Протокол № 11.

Председатель учебно-методической комиссии инженерного факультета

 (подпись)	<u>к. п. н.</u> (учёная степень, звание)	Ананьин Г.Е.
--	---	--------------

СОГЛАСОВАНО:

Отдел комплектования библиотеки

 (подпись)	 (Фамилия И.О.)
--	--

Декан инженерного факультета

 (подпись)	<u>к. т. н., доцент</u> (учёная степень, звание)	Шешунова Е.В.
--	---	---------------

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование раздела (подраздела)	Стр.
1	Цель и задачи освоения дисциплины	5
2	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	6
3	Место дисциплины в структуре образовательной программы	7
4	Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	7
5	Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	8
5.1	Содержание разделов дисциплины	8
5.2	Разделы дисциплины по видам аудиторной (контактной) работы и формы контроля	9
5.3	Практические занятия	9
6	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
6.1	Виды самостоятельной работы обучающихся (СР)	10
6.2	Методические указания (для самостоятельной работы)	10
7	Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	10
7.1	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО	11
7.2	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины	12
7.3	Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	13
7.4	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	15
7.4.1	Типовые задания для проведения текущего контроля и рубежного тестирования	15
7.4.2	Типовые задания для проведения промежуточной аттестации	16

№ п/п	Наименование раздела (подраздела)	Стр.
7.5	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций	17
8	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	18
8.1	Основная учебная литература	18
8.2	Дополнительная учебная литература	19
9	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	19
9.1	Перечень электронно-библиотечных систем	19
9.2	Перечень рекомендуемых интернет-сайтов по дисциплине	19
10	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	20
11	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	20
11.1	Перечень лицензионного программного обеспечения учебного процесса	21
11.2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	21
12	Материально-техническое обеспечение обучения по дисциплине	22
12.1	Планируемые помещения для проведения всех видов учебной деятельности	22
13	Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	24
14	Организация образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	24
	Приложения	
	Приложение 1. Листы дополнений и изменений к рабочей программе дисциплины	
	Приложение 2. Аннотация рабочей программы	

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Физика полупроводниковых материалов» является формирование у будущих специалистов четкого понимания особенностей эксплуатации электрического оборудования с учетом физических свойств используемых материалов..

Задачи:

- дать информацию о строении вещества и его свойств;
- разъяснить свойства полупроводниковых материалов;
- научить студентов использовать знания и умения, полученные при изучении дисциплины, в процессе производственной деятельности.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных компетенций (ПК):

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения дисциплины (модуля) обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-2	способность к использованию основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	основные законы физики, теоретической механики, математики	использовать знания законов естественных наук для решения инженерных задач	компьютерными программами решения инженерных задач
2	ОПК-5	способность обоснованно выбирать материал и способы его обработки для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность детали	современные материалы, применяемые в электротехнике, виды обработки материалов	подбирать материалы по их назначению, подбирать способы и режимы обработки материалов для изготовления деталей	методикой выбора материалов для изготовления деталей машин, методикой оценки выбора обработки материалов
3	ПК-11	способность использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции	перечень технических средств для определения параметров электрооборудования	использовать технические средства для определения параметров электрооборудования	навыками использования технических средств для определения параметров электрооборудования

3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика полупроводниковых материалов» относится к факультативным дисциплинам вариативной части программы бакалавриата.

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

Вид учебных занятий и самостоятельная работа	Объем дисциплины, час.	
	Всего	Курс 3
Контактная работа обучающихся с преподавателем, в том числе:	10,8	10,8
Лекции (Л)	4	4
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)	–	–
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
Самостоятельная работа обучающихся (СР), в том числе:	57,4	34,9
Курсовой проект (работа)	КР	–
	КП	–
<i>Другие виды СР:</i>		
Расчетно-графические работы (РГР)	–	–
Реферат (Реф)	–	–
Контрольная работа студента заочной формы обучения	–	–
Контроль	3,8	3,8
Вид промежуточной аттестации		
Форма (зачет (З), зачет с оценкой (ЗО), экзамен (Э), защита КР (КП))	3	3
Общая трудоемкость	часов	72
	зачетных единиц	2

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

5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Формируемые компетенции	Содержание раздела в дидактических единицах (ДЕ)	В результате изучения дисциплины обучающиеся:
1	Элементарные свойства полупроводников	ОПК-2; ОПК-5; ПК-11	ДЕ-1. Диэлектрик-полупроводник-полуметалл-металл. Положительно заряженная дырка. Процессы проводимости, компенсация, закон действующих масс. ДЕ-2. Энергетическая зонная структура. Одиночная и периодически повторяющиеся потенциальные ямы. Энергетические зоны в приближении сильной связи. Зона Бриллюэна. Изоэнергетические поверхности. ДЕ-3. Статистика полупроводников. Статистика Ферми. Степени заполнения для примесных уровней.	З-1, З-2, З-3 У-1, У-2, У-3 В-1, В-2, В-3
2	Перенос заряда и энергии в невырожденном полупроводнике	ОПК-2; ОПК-5; ПК-11	ДЕ-4. Кинетическая теория электронного газа. Электропроводность и ее зависимость от температуры. Эффект Холла в поперечном магнитном поле. Магниторезистивный эффект. Диск Корбино. Магниторезистивный эффект в неоднородных образцах. Планарный эффект Холла. Теплопроводность, число Лоренца, сравнение с металлами. Термоэлектрический эффект (явление Зеебека). Эффекты Томсона и Пельтье. Термомагнитные эффекты. Пьезосопротивление. Горячие электроны и время релаксации энергии. Высокочастотная электропроводимость.	З-1, З-2, З-3 У-1, У-2, У-3 В-1, В-2, В-3
3	Диффузия носителей заряда.	ОПК-2; ОПК-5; ПК-11	ДЕ-5. Инжекция и рекомбинация. Диффузия и соотношение Эйнштейна. p-n переход. Квазиуровни Ферми. Транзистор. Контакт металл-полупроводник. Различные типы транзисторов. Эффект Дембера и фотоэлектромагнитный эффект. Вентильный фотоэффект. Диффузия горячих носителей.	З-1, З-2, З-3 У-1, У-2, У-3 В-1, В-2, В-3

4	Поглощение и отражение света	ОПК-2; ОПК-5; ПК-11	ДЕ-6. Собственное поглощение и зонная структура. Край собственного поглощения: зависимость от температуры, давления, состава твердого раствора и вырождения. Экситонное поглощение. Межзонные переходы в магнитном поле. Эффект Франца-Келдыша (электропоглощение и электроотражение). Примесное поглощение. Решеточное отражение в полярных полупроводниках. Многофонное решеточное поглощение. Квантовомеханическая трактовка края собственного поглощения света. Поглощение и отражение света свободными носителями заряда. Циклотронный резонанс. Магнитооптические эффекты, обусловленные свободными носителями. Межзонные магнитооптические эффекты. Магнитоплазменные волны. Нелинейная оптика. Светозлектрический эффект.	З-1, З-2, З-3 У-1, У-2, У-3 В-1, В-2, В-3
5	Фотопроводимость. Генерация света в полупроводниках.	ОПК-2; ОПК-5; ПК-11	ДЕ-7. Кинетика фотопроводимости. Глубокие уровни в германии. Сечение захвата акцепторного уровня прилипания. ДЕ-8. Светодиоды. Полупроводниковый лазер.	З-1, З-2, З-3 У-1, У-2, У-3 В-1, В-2, В-3
6	Свойства поверхности. Разные полупроводники.	ОПК-2; ОПК-5; ПК-11	ДЕ-9. Поверхностные состояния. Явления переноса на поверхности. ДЕ-10. Сверхпроводящие полупроводники. Жидкие, стеклообразные и аморфные полупроводники. Органические полупроводники.	З-1, З-2, З-3 У-1, У-2, У-3 В-1, В-2, В-3

5.2 Разделы дисциплины по видам аудиторной (контактной) работы и формы контроля

№ п/п	№ курса	Наименование раздела дисциплины	Виды учебных занятий (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости ¹
			Л	ЛР	ПЗ	
1	3	Элементарные свойства полупроводников	0,5	–	–	Т
2	3	Перенос заряда и энергии в невырожденном полупроводнике	0,5	4	–	Т,ЗЛР
3	3	Диффузия носителей заряда	1	–	–	Т

¹ Т – тестирование

№ п/п	№ курса	Наименование раздела дисциплины	Виды учебных занятий (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости ¹
			Л	ЛР	ПЗ	
4	3	Поглощение и отражение света	1	–	–	Т
5	3	Фотопроводимость. Генерация света в полупроводниках	0,5	2	–	Т,ЗЛР
6	3	Свойства поверхности. Разные полупроводники	0,5	–	–	Т
ИТОГО:			4	6	–	–

5.3 Лабораторные работы

№ п/п	№ курса	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных занятий	Всего часов
1	2	3	4	5
1	3	Перенос заряда и энергии в невырожденном полупроводнике	Л.Р.1.Эффект Холла в поперечном магнитном поле. Магниторезистивный эффект.	2
2	3	Перенос заряда и энергии в невырожденном полупроводнике	Л.Р.2.Термоэлектрический эффект (явление Зеебека).	2
3	3	Фотопроводимость. Генерация света в полупроводниках.	Л.Р.3.Полупроводниковый лазер.	2
Итого за 3 курс:				6
ИТОГО:				6

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1 Виды самостоятельной работы обучающихся (СР)

№ п/п	№ курса	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды СР	Всего часов
1	2	3	4	5
1	3	Элементарные свойства полупроводников	Подготовка к тестированию	9
2	3	Перенос заряда и энергии в невырожденном полупроводнике	Подготовка к защите лабораторных работ	12
3	3	Диффузия носителей заряда	Подготовка к тестированию	9
4	3	Поглощение и отражение света	Подготовка к тестированию	9

№ п/п	№ курса	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды СР	Всего часов
1	2	3	4	5
5	3	Фотопроводимость. Генерация света в полупроводниках	Подготовка к защите лабораторных работ	9
6	3	Свойства поверхности. Разные полупроводники	Подготовка к тестированию	9,4
ИТОГО часов за курс:				57,4

6.2 Методические указания (для самостоятельной работы)

Для самостоятельного изучения материалов по дисциплине «Физика полупроводниковых материалов» обучающиеся могут воспользоваться следующими авторскими методическими указаниями: Шмигель В.В. Электротехнические материалы [Электронный ресурс]: Учебник / В.В. Шмигель, В.В. Морозов, А.С. Угловский. – Ярославль: ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2018 // Электронная библиотека ЯГСХА. – Режим доступа: http://192.168.2.44/buki_web/bk_cat_find.php 25.08.2020, требуется авторизация.

7 Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины «Физика полупроводниковых материалов».

В фонде оценочных средств представлены типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физика полупроводниковых материалов» проводится с целью определения степени освоения обучающимся образовательной программы в форме зачета.

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО

№ курса	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
<i>ОПК-2 способность к использованию основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</i>	
1	Химия

№ курса	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
1,2	Математика
1,2	Физика
3	Гидравлика
3	Теплотехника
1	Биология с основами экологии
2,3	Техническая механика
3	Электроника
3	Электротехнические материалы
3	Физика полупроводниковых материалов
3	Основы математического моделирования в агроинженерии
3	Статистико-математические методы в инженерии
1,2,3	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
5	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты
ОПК-5 - способность обоснованно выбирать материал и способы его обработки для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность детали	
2	Материаловедение
2,3	Техническая механика
3	Электротехнические материалы
3	Физика полупроводниковых материалов
1,2,3	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
5	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты
ПК-11 – способность использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции	
4	Техника и технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства
4	Эксплуатация электрооборудования
4	Диагностика электротехнического оборудования электрических сетей
3	Электротехнические материалы
3	Физика полупроводниковых материалов
3	Электроизмерительные приборы
3	Информационно-измерительная техника
3	Электротехнические измерения
3	Измерения магнитных величин
5	Энергосбережение в сельском хозяйстве
5	Технологии энергосбережения в перерабатывающей промышленности
5	Надежность электрооборудования в АПК
5	Надежность электрических машин
3,4	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
5	Преддипломная практика
5	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
5	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты

7.2 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ раздела (темы)	Наименование контролируемого раздела (подэтапа) дисциплины (этапа)	Код контролируемой компетенции	Форма оценочных средств
1	Элементарные свойства полупроводников	ОПК-2, ОПК-5, ПК-11	Т
2	Перенос заряда и энергии в невырожденном полупроводнике	ОПК-2, ОПК-5, ПК-11	Т,ЗЛР
3	Диффузия носителей заряда	ОПК-2, ОПК-5, ПК-11	Т
4	Поглощение и отражение света	ОПК-2, ОПК-5, ПК-11	Т
5	Фотопроводимость. Генерация света в полупроводниках	ОПК-2, ОПК-5, ПК-11	Т,ЗЛР
6	Свойства поверхности. Разные полупроводники	ОПК-2, ОПК-5, ПК-11	Т

7.3 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенции		Перечень компонентов компетенции	Образовательные технологии формирования компетенции	Форма оценочного средства	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
					повышенный	пороговый	
Код	Формулировка				Шкалы оценивания		
					отлично/зачтено	хорошо/зачтено	удовл./зачтено
ОПК-2	<p><u>способность к использованию основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</u></p>	<p>Знать: основные законы физики, теоретической механики, математики</p> <p>Уметь: использовать знания законов естественных наук для решения инженерных задач</p> <p>Владеть: компьютерными программами решения инженерных задач</p>	<p>Лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа</p>	<p>Защита лабораторных работ, тестирование, зачет.</p>	<p>Знает: Законны естественнонаучных дисциплин (физики, математики) для расчета параметров и выбора электротехнических материалов</p> <p>Способен: Грамотно обосновать требования, предъявляемые к выбору электротехнических материалов</p> <p>Умеет: Выбирать Физика полупроводниковых материалов в соответствии с требованиями</p> <p>Владеет: Современными компьютерными программами подбора параметров и их оценки при испытании подобранных материалов</p>	<p>Знает: Законны естественнонаучных дисциплин (физики, математики) для расчета параметров и выбора электротехнических материалов</p> <p>Понимает: выбор электротехнических материалов</p> <p>Умеет: Осуществлять подбор электротехнических материалов</p> <p>Владеет: компьютерными программами подбора параметров при испытании подобранных материалов</p>	<p>Знает: Законны естественнонаучных дисциплин (физики, математики) для расчета параметров и выбора электротехнических материалов</p> <p>Умеет: Осуществлять подбор электротехнических материалов</p> <p>Владеет: Компьютерными программами подбора параметров и их оценки при испытании подобранных материалов</p>

Компетенции		Перечень компонентов компетенции	Образовательные технологии формирования компетенции	Форма оценочного средства	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
					повышенный		пороговый
Код	Формулировка				Шкалы оценивания		
					отлично/зачтено	хорошо/зачтено	удовл./зачтено
ОПК-5	<u>способность обоснованно выбирать материал и способы его обработки для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность детали</u>	<p>Знать: современные материалы, применяемые в электротехнике, виды обработки материалов</p> <p>Уметь: подбирать материалы по их назначению, подбирать способы и режимы обработки материалов для изготовления деталей</p> <p>Владеть: методикой выбора материалов для изготовления деталей машин, методикой оценки выбора обработки материалов</p>	Лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа	Защита лабораторных работ, тестирование, зачет.	<p>Знает: Требования к материалу, способу обработки деталей для обеспечения свойств, обеспечивающих высокую надежность.</p> <p>Способен: Обосновать выбор материала и способа обработки деталей различного назначения.</p> <p>Умеет: Выбирать материал и обосновывать рациональный способ обработки деталей различного назначения.</p> <p>Владеет: Навыками правильного выбора материала и способов обработки деталей различного назначения для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность</p>	<p>Знает: способы обработки деталей для обеспечения высокой надежности.</p> <p>Понимает: способы обработки деталей различного назначения</p> <p>Умеет: Выбирать материал и обосновывать обработку деталей различного назначения.</p> <p>Владеет: Навыками правильного выбора материала</p>	<p>Знает: Электротехнические материалы, применяемые для изготовления деталей и способы их обработки.</p> <p>Умеет: Подбирать материал и назначать обработку в зависимости от назначения детали.</p> <p>Владеет: Навыками выбора материала и назначения обработки деталей</p>

Компетенции		Перечень компонентов компетенции	Образовательные технологии формирования компетенции	Форма оценочного средства	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
					повышенный		пороговый
Код	Формулировка				Шкалы оценивания		
					отлично/зачтено	хорошо/зачтено	удовл./зачтено
ПК-11	способность использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции	<p>Знать: перечень технических средств для определения параметров технологических процессов и качества продукции</p> <p>Уметь: использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции</p> <p>Владеть: навыками использования технических средств для определения параметров технологических процессов и качества продукции</p>	Лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа	Защита лабораторных работ, тестирование, зачет, экзамен	<p>Знает: Современные виды технических средств для определения параметров технологических процессов и качества продукции</p> <p>Способен: Самостоятельно выбрать технические средства и определить параметры технологических процессов и качества продукции</p> <p>Умеет: Определять параметры технологических процессов и качества продукции</p> <p>Владеет: Навыками использования новейших технических средств для определения параметров технологических процессов и качества продукции</p>	<p>Знает: виды технических средств для определения параметров технологических процессов</p> <p>Понимает: технические средства и параметры технологических процессов</p> <p>Умеет: Определять параметры технологических процессов</p> <p>Владеет: Навыками использования новейших технических средств для определения параметров технологических процессов</p>	<p>Знает: перечень технических средств для определения параметров технологических процессов и качества продукции</p> <p>Умеет: Использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции</p> <p>Владеет: Навыками использования технических средств для определения параметров технологических процессов и качества продукции</p>

7.4 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

7.4.1 Типовые задания для проведения текущего контроля и рубежного тестирования

Примеры вопросов для защиты лабораторных работ:

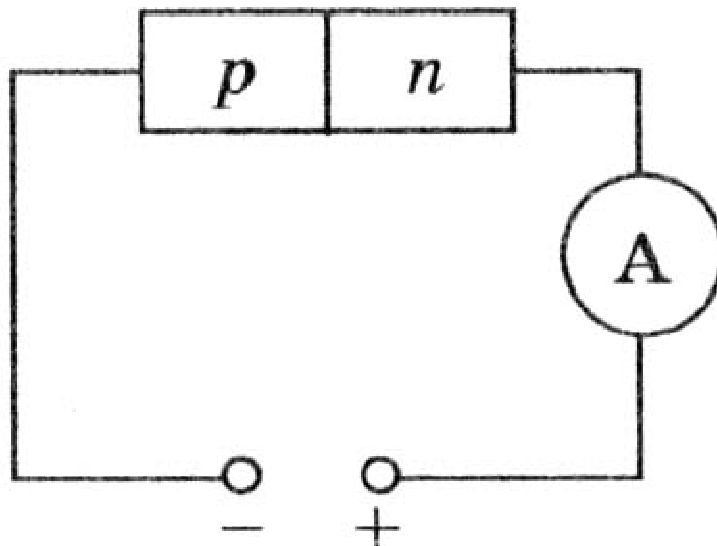
- 1.Классификация веществ по величине удельной электропроводности.
- 2.Модельные представления о механизме электропроводности собственных полупроводников.
- 3.Модельные представления о механизме электропроводности примесных полупроводников
- 4.Элементарная теория электропроводности.
- 5.Уравнение Шредингера для кристалла.
- 6.Адиабатическое приближение и валентная аппроксимация
- 7.Одноэлектронное приближение
- 8.Приближение сильно связанных электронов.
- 9.Число состояния электронов в энергетической зоне.
- 10.Квазиимпульс электрона в кристалле.
- 11.Зоны Бриллюэна.
- 12.Возможные заполнения электронных состояний валентной зоны.
- 13.Зависимость энергий электрона у дна и потолка энергетической зоны.
- 14.Движение электрона в кристалле под действием внешнего электрического поля.
- 15.Эффективная масса носителей заряда.
- 16.Уравнение изоэнергетической поверхности электрона и вид тензора эффективной массы для кристаллов, у которых две главные оси тензора эквивалентны
- 17.Циклотронный резонанс.
- 18.Колебание одноатомной линейной цепочки.
- 19.Кинетическая и потенциальная энергии одномерной решетки.
Нормальные координаты.
- 20.Колебания двухатомной линейной цепочки

Примеры тестовых заданий для проведения текущего контроля и рубежного тестирования:

1. Каким типом проводимости обладают полупроводники с акцепторной примесью?

- а) В основном дырочной.
- б) В основном электронной.
- в) Электронной и дырочной.

2. К полупроводнику р-п-типа подключен источник тока, как показано на рисунке. Будет ли амперметр регистрировать ток в цепи?

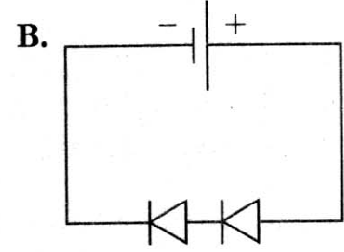
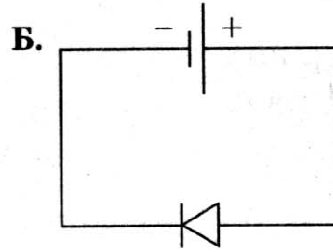
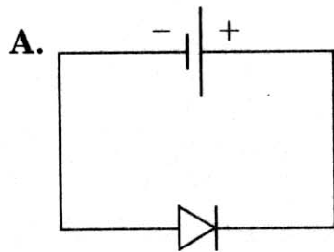


- а) Нет.
- б) Да.
- в) Определенного ответа дать нельзя.

2. Каким типом проводимости обладают полупроводники с донорной примесью?

- а) В основном электронной.
- б) В основном дырочной.
- в) Электронной и дырочной.

4. На представлены три варианта включения полупроводниковых диодов в электрическую цепь с одним и тем же источником тока. В каком случае сила тока в цепи будет иметь минимальное значение?



- а) В случае А.
- б) В случае Б.
- в) В случае В.

5. Чем объясняется малая толщина базы в транзисторе?

- а) Необходимо, чтобы попадающие в базу с эмиттера основные носители зарядов не успевали рекомбинировать.
- б) Необходимо, чтобы попадающие в базу с эмиттера основные носители зарядов успели рекомбинировать.
- в) Необходимо, чтобы база не создавала большого сопротивления.

7.4.2 Типовые задания для проведения промежуточной аттестации

Компетенция:

ОПК-2 - способность к использованию основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

ОПК-5 - способность обоснованно выбирать материал и способы его обработки для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность детали

ПК-11 - способность использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции

Вопросы к зачету:

1. Элементарные свойства полупроводников.
2. Диэлектрик-полупроводник-полуметалл-металл.
3. Положительно заряженная дырка.
4. Процессы проводимости, компенсация, закон действующих масс.

5. Энергетическая зонная структура.
6. Одинокная и периодически повторяющиеся потенциальные ямы.
7. Энергетические зоны в приближении сильной связи.
8. Зона Бриллюэна.
9. Изоэнергетические поверхности.
10. Статистика полупроводников.
11. Статистика Ферми.
12. Степени заполнения для примесных уровней.
13. Перенос заряда и энергии в невырожденном полупроводнике.
14. Кинетическая теория электронного газа.
15. Электропроводность и ее зависимость от температуры.
16. Эффект Холла в поперечном магнитном поле.
17. Магниторезистивный эффект.
18. Диск Корбино.
19. Магниторезистивный эффект в неоднородных образцах.
20. Планарный эффект Холла.
21. Теплопроводность, число Лоренца, сравнение с металлами.
22. Термоэлектрический эффект (явление Зеебека).
23. Эффекты Томсона и Пельтье.
24. Термомагнитные эффекты. Пьезосопротивление.
25. Горячие электроны и время релаксации энергии.
26. Высокочастотная электропроводимость.
27. Диффузия носителей заряда.
28. Инжекция и рекомбинация.
29. Диффузия и соотношение Эйнштейна. p-n-переход.
30. Квазиуровни Ферми.
31. Транзистор. Контакт металл-полупроводник. Различные типы транзисторов.
32. Эффект Дембера и фотоэлектромагнитный эффект.
33. Вентильный фотоэффект. Диффузия горячих носителей.
34. Поглощение и отражение света.
35. Собственное поглощение и зонная структура.
36. Край собственного поглощения: зависимость от температуры, давления, состава твердого раствора и вырождения.
37. Экситонное поглощение.
38. Межзонные переходы в магнитном поле. Эффект Франца-Келдыша (электропоглощение и электроотражение).
39. Примесное поглощение. Решеточное отражение в полярных полупроводниках. Многофонное решеточное поглощение.
40. Квантовомеханическая трактовка края собственного поглощения света. Поглощение и отражение света свободными носителями заряда. Циклотронный резонанс.

41. Магнитооптические эффекты, обусловленные свободными носителями. Межзонные магнитооптические эффекты.
42. Магнитоплазменные волны. Нелинейная оптика. Светоэлектрический эффект.
43. Фотопроводимость. Генерация света в полупроводниках.
44. Кинетика фотопроводимости. Глубокие уровни в германии. Сечение захвата акцепторного уровня прилипания.
45. Светодиоды. Полупроводниковый лазер.
46. Свойства поверхности. Разные полупроводники.
47. Поверхностные состояния. Явления переноса на поверхности.
48. Сверхпроводящие полупроводники. Жидкие, стеклообразные и аморфные полупроводники. Органические полупроводники.

Практические задания для проведения зачета:

- 1) Вычислить подвижность, которой обладает электрон в образце германия n-типа, если удельное сопротивление германия $\rho = 0,1 \text{ Ом} \cdot \text{см}$, а концентрация электронов в нем $n = 10^{17} \text{ см}^{-3}$.
- 2) Вычислить электропроводность германия, содержащего $N_1 = 10^{17} \text{ см}^{-3}$ атомов мышьяка и $N_2 = 5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ атомов галлия.
- 3) Пластика полупроводника n-типа, квадратного сечения с шириной $a = 1 \text{ мм}$ помещена в магнитное поле. Ток, проходящий через пластину, равен $I = 50 \text{ мА}$. Величина образовавшейся разности потенциалов Холла составляет $U = 10 \text{ мВ}$. Определить индукцию магнитного поля, если концентрация носителей заряда $n = 10^{16} \text{ см}^{-3}$.
- 4) Сколько электронов и дырок образуется в маленьком кристалле BaO при поглощении им световой энергии $W = 10^{-11} \text{ Дж}$ с длиной волны $\lambda = 200 \text{ нм}$? На каком характерном расстоянии происходит основное поглощение световой энергии, если коэффициент поглощения $\alpha = 3 \cdot 10^9 \text{ см}^{-1}$.
- 5) У кремния ширина запрещенной зоны равна примерно $1,2 \text{ эВ}$, а у германия – $0,75 \text{ эВ}$ (при $T = 0 \text{ К}$). Для каких длин волн эти кристаллы непрозрачны?
- 6) Как изменится концентрация электронов в собственном полупроводнике в невырожденном случае при уменьшении температуры от 300 К до 100 К . Считать, что ширина запрещенной зоны равна $1,1 \text{ эВ}$. Зависимостью ширины запрещенной зоны от температуры пренебречь.
- 7) Определите зависимость уровня Ферми от температуры в невырожденном полупроводнике, содержащем один тип одновалентных акцепторов с концентрацией N_a .
- 8) Вычислите эффективное число состояний для двумерной системы с квадратичным законом дисперсии.
- 9) Получите выражение для эффективной плотности состояний в валентной зоне для тяжелых и легких дырок.

10) Определите закон изменения концентрации носителей заряда от времени в материале p-типа, если после выключения источника межзонной генерации неравновесных носителей заряда темп рекомбинации $R=a(np-n_0p_0)$, где $a=const$, n , p – неравновесные концентрации электронов и дырок соответственно, n_0 , p_0 – равновесные концентрации электронов и дырок соответственно.

7.5 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Контроль освоения дисциплины и оценка знаний обучающихся на зачете производится в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования.

Тестовые задания

Критерии оценки знаний обучающихся при проведении тестирования:

Оценка **«отлично»** выставляется при условии правильного ответа обучающегося не менее чем 85 % тестовых заданий.

Оценка **«хорошо»** выставляется при условии правильного ответа обучающегося не менее чем 70 % тестовых заданий.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа обучающегося не менее 51 % тестовых заданий.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа обучающегося менее чем на 50 % тестовых заданий.

Зачет

Критерии оценки на зачете:

Оценки «зачтено» и «не зачтено» выставляются по дисциплинам, формой промежуточного контроля которых является зачет. При этом оценка «зачтено» должна соответствовать параметрам любой из положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»), а «не зачтено» – параметрам оценки «неудовлетворительно».

Оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала программы дисциплины, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой дисциплины, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающемуся усвоившему взаимосвязь основных положений и понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, показавшему полное знание материала программы дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, показавшему систематизированный характер знаний по дисциплине, способному к самостоятельному пополнению знаний в ходе дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который показал знание основного материала программы дисциплины в объеме, достаточном и необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины, знаком с основной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, допустившему погрешности в ответах на зачете или выполнении заданий, но обладающему необходимыми знаниями под руководством преподавателя для устранения этих погрешностей, нарушающему последовательность в изложении учебного материала и испытывающему затруднения при выполнении практических работ.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, не знающему основной части материала программы дисциплины, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных учебной программой заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему практические работы.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная учебная литература

№ п/п	Наименование, автор(ы), год и место издания	Используется при изучении разделов	Курс	Количество экземпляров в библиотеке
1	Тимофеев И.А., Электротехнические материалы и изделия (ЭБС Издательство Лань) [Электронный ресурс] : уч.пособие / И.А. Тимофеев. - СПб: Лань, 2012. - 272 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/3733 ,ограниченный по логину и паролю(дата обращения:25.08.2020)	Все разделы	3	Электронный ресурс

2	Дудкин, А. Н. Электротехническое материаловедение : учебное пособие / А. Н. Дудкин, В. С. Ким. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-5296-5. — [электронный ресурс] // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/139259 (дата обращения: 25.08.202-). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Все разделы	3	Электронный ресурс
3	Василенко, А. А. А. Материаловедение. Электротехнические материалы : учебное пособие / А. А. Василенко. — Красноярск : КрасГАУ, 2018. — 151 с. — [электронный ресурс] // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/130061 (дата обращения: 25.08.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Все разделы	3	Электронный ресурс
4	Беспалов, В.Ф. Практикум по материаловедению и технологии конструкционных материалов : учебное пособие / В.Ф. Беспалов, Н.М. Романченко. — Красноярск : КрасГАУ, 2014. — 322 с. — [электронный ресурс] // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/90826 — Режим доступа: для авториз. пользователей. (дата обращения: 25.08.2020)	Все разделы	3	Электронный ресурс
5	Шмигель В.В. Электротехнические материалы [Электронный ресурс]: Учебник / В.В. Шмигель, В.В. Морозов, А.С. Угловский. - Ярославль: ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2018. //Электронная библиотека ЯГСХА.–Режим доступа: http://192.168.2.44/buki_web/bk_cat_find.php , требуется авторизация	Все разделы	3	Электронный ресурс

8.2 Дополнительная учебная литература

№ п/п	Наименование, автор(ы), год и место издания	Используется при изучении разделов	Курс	Количество экземпляров в библиотеке
1	Солнцев, Ю.П. Специальные материалы в машиностроении : учебник / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин, В.Ю. Пиирайнен. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 664 с. — ISBN 978-5-8114-3921-8. — [электронный ресурс] // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118630 — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю(дата обращения: 25.08.2020)	Все разделы	3	Электронный ресурс
3	Романченко, Н.М. Материалы и технологии в машиностроении : учебное пособие / Н.М. Романченко. — Красноярск : КрасГАУ, 2018. — 352 с. — [электронный ресурс]// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/130117 — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю(дата обращения: 25.08.2020)	Все разделы	3	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к электронным ресурсам (ЭР) библиотеки ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды академии и сайта по логину и паролю (<https://biblio-yaragrovuz.jimdo.com/электронный-каталог>).

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

9.1 Перечень электронно-библиотечных систем

№ п/п	Наименование	Тематика	Режим доступа
1.	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	Универсальная	https://e.lanbook.com/
2.	Электронно-библиотечная система «Рукопт»	Универсальная	http://rucont.ru/
3.	Электронно-библиотечная система «iBooks.ru»	Универсальная	http://ibooks.ru/
4.	Электронно-библиотечная система «AgriLib»	Специализированная	http://ebs.rgazu.ru/
5.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Универсальная	http://elibrary.ru/

9.2 Перечень рекомендуемых интернет-сайтов по дисциплине

1. Министерство образования и науки Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minobrnauki.gov.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
2. Федеральный портал «Российское образование» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.edu.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
4. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fcior.edu.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
5. Министерство сельского хозяйства РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcx.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
7. Сельскохозяйственная электронная библиотека знаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cnsnb.ru/akdil/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
8. Центральная научная сельскохозяйственная библиотека Россельхозакадемии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cnsnb.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
9. Информационно-справочный портал. Проект Российской государственной библиотеки для молодежи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.library.ru, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
10. Электронная электротехническая библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.electrolibrary.info/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности обучающегося
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Лабораторная работа	Работа по алгоритмам, представленным в методических указаниях по выполнению лабораторных работ. Анализ выполненной работы, формулировка выводов по итогам выполненной работы на основании материала, почерпнутого из конспектов лекций, основной и дополнительной литературы, ресурсов сети Интернет. Поиск ответов на контрольные вопросы.

Вид учебных занятий	Организация деятельности обучающегося
Практическое занятие	Расчет электрических и магнитных цепей по алгоритму.
Подготовка к зачету и экзамену	Работа с конспектами лекций, основной и дополнительной литературой, ресурсами сети Интернет. Поэтапный разбор расчета нетривиальных электрических и магнитных цепей.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют: обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет»; фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы; организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов; контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

11.1 Перечень лицензионного программного обеспечения учебного процесса

№	Наименование	Тематика
1.	Microsoft Windows	Операционная система
2.	Microsoft Office (включает Word, Excel, PowerPoint)	Пакет офисных приложений
3.	Calculate Linux	Операционная система

11.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ п/п	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1.	Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»	Универсальная	http://www.consultant.ru Доступ с компьютеров электронного читального зала библиотеки Ярославской ГСХА
2.	Информационно-правовой портал «Гарант»	Универсальная	https://www.garant.ru/ Доступ с компьютеров электронного читального зала библиотеки Ярославской ГСХА
3.	База данных Polpred.com Обзор СМИ	Универсальная	https://polpred.com/ Локальная сеть Ярославской ГСХА / индивидуальный

№ п/п	Наименование	Тематика	Электронный адрес
			неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет по логину и паролю
4.	Реферативная и наукометрическая база данных Web of Science	Универсальная	http://webofscience.com Доступ с IP-адреса академии
5.	Реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных Scopus	Универсальная	https://www.scopus.com/ Доступ с IP-адреса академии
6.	Базы данных издательства SpringerNature	Универсальная	https://www.springernature.com/ Доступ с IP-адреса академии
7.	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	Универсальная	https://нэб.рф/ К произведениям, перешедшим в общественное достояние доступ свободный. К произведениям, охраняемым авторским правом доступ с компьютеров электронного читального зала библиотеки Ярославской ГСХА
8.	База данных AGRIS	Специализированная	http://agris.fao.org/agris-search/index.do Доступ свободный
9.	Информационно-справочная система «Сельскохозяйственная электронная библиотека знаний» (СЭБиЗ)	Специализированная	http://www.cnsnb.ru/AKDiL/ Доступ свободный

12 Материально-техническое обеспечение обучения по дисциплине

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины «Физика полупроводниковых материалов» используются специальные помещения – учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью (учебная доска, учебная мебель) и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей учебной программе дисциплины.

12.1 Планируемые помещения для проведения всех видов учебной деятельности

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Помещение № <u>225</u>. Количество посадочных мест: <u>80</u>. Адрес (местоположение) помещения: 150042, Ярославская обл., г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58.</p>	<p>Специализированная мебель – учебная доска, учебная мебель. Технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий – компьютер, мультимедиа-проектор, акустическая система, проекционный экран. Программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Office.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практических занятий, лабораторных работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Помещение № <u>317</u>. Количество посадочных мест: <u>30</u>. Адрес (местоположение) помещения: 150042, Ярославская обл., г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58.</p>	<p>Специализированная мебель – учебная доска, учебная мебель. Технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий - компьютер G840/4gb/500gb/Benq – 9 шт., компьютер G620/2gb/320gb/ViewSonic – 2 шт., ноутбук, мультимедиа-проектор, проекционный экран, кондиционер – 1 шт. Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2007</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся Помещение № <u>109</u>. Количество посадочных мест: <u>12</u>. Адрес (местоположение) помещения: 150052, Ярославская обл., г. Ярославль, ул. Е. Колесовой, 70.</p>	<p>Специализированная мебель – учебная мебель. Технические средства обучения – компьютеры персональные – 12 шт. с лицензионным программным обеспечением, выходом в сеть «Интернет» и локальную сеть, доступом к информационным ресурсам, электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, к базам данных и информационно-справочным системам. Кондиционер – 1 шт. Программное обеспечение – Microsoft Windows, Microsoft Office, специализированное лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, предусмотренное в рабочей программе дисциплины.</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся Помещение № <u>318</u>. Количество посадочных мест: <u>12</u>. Адрес (местоположение) помещения: 150042, Ярославская обл., г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58.</p>	<p>Специализированная мебель – учебная мебель. Технические средства обучения – компьютеры персональные – 12 шт. с лицензионным программным обеспечением, выходом в сеть «Интернет» и локальную сеть, доступом к информационным ресурсам, электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, к базам данных и информационно-справочным системам, копир-принтер – 1 шт. Кондиционер – 1 шт.</p>

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений
	Программное обеспечение – Microsoft Windows, Microsoft Office, специализированное лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, предусмотренное в рабочей программе дисциплины.
<p><i>Помещение для самостоятельной работы обучающихся</i> Помещение № <u>341</u>. Количество посадочных мест: <u>6</u>. Адрес (местоположение) помещения: 150042, Ярославская обл., г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58.</p>	<p>Специализированная мебель – учебная мебель. Технические средства обучения – компьютеры персональные – 6 шт. с лицензионным программным обеспечением, выходом в сеть «Интернет» и локальную сеть, доступом к информационным ресурсам, электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, к базам данных и информационно-справочным системам, копир-принтер – 1 шт., кондиционер – 1 шт. Программное обеспечение – Microsoft Windows, Microsoft Office, специализированное лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, предусмотренное в рабочей программе дисциплины.</p>
<p><i>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</i> Помещения № <u>210</u>, № <u>328</u>. Адрес (местоположение) помещения: 150052, Ярославская обл., г. Ярославль, ул. Е. Колесовой, 70.</p>	<p>Специализированная мебель; стеллажи для хранения учебного оборудования; компьютер с лицензионным программным обеспечением, выходом в Интернет и локальную сеть, доступом к информационным ресурсам, электронной информационно-образовательной среде академии, к базам данных и информационно-справочным системам; наушники; сканер/принтер; специальный инструмент и инвентарь для обслуживания учебного оборудования. Программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Office.</p>
<p><i>Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</i> Помещения № <u>236</u>, № <u>312</u>. Адрес (местоположение) помещения: 150042, Ярославская обл., г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58.</p>	<p>Специализированная мебель; стеллажи для хранения учебного оборудования; компьютер с лицензионным программным обеспечением, выходом в Интернет и локальную сеть, доступом к информационным ресурсам, электронной информационно-образовательной среде академии, к базам данных и информационно-справочным системам; наушники; сканер/принтер; специальный инструмент и инвентарь для обслуживания учебного оборудования. Программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Office.</p>

13 Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Объем контактной работы всего 10,8 часа, в т.ч. Л – 4 часа, ЛР – 6 часов.

Интерактивные занятия составляют 20,83 % от объема аудиторных занятий.

№ п/п	№ курса	Виды учебной работы	Образовательные технологии	Особенности проведения занятий (индивидуальные / групповые)
1	3	Лекционные занятия	Лекция-визуализация, Проблемная лекция, Лекция-дискуссия	групповые
2	3	Лабораторная работа	Компьютерная симуляция, Дискуссия	индивидуальные, групповые

Примеры интерактивных форм и методов проведения занятий:

13.1.1 На лекции-визуализации учебная информация представляется по возможности в наиболее удобной для восприятия студентами форме (в виде презентации посредством программы MS PowerPoint; информация в презентационном материале представляется в виде блок-схем, графиков, таблиц и других наглядных образов). По окончании лекции проводится блицанализ качества усвоения материала. По итогам анализа вносятся коррективы в методику визуального представления информации (приветствуются критические отзывы студентов по поводу качества визуализации учебно-информационного материала).

13.1.2 На проблемной лекции перед студентами ставится некоторая проблема (или ряд проблем), которую в форме диалога преподаватель решает совместно со студентами. Проблемная лекция направлена на разрушение стереотипных клише и учит студентов мыслить нестандартно.

13.1.3 В начале лекции-дискуссии перед студентами ставится некоторая задача, которую необходимо разрешить в процессе ее дискуссионного обсуждения. Роль преподавателя сводится к роли ведущего дискуссионного обсуждения. Кроме того преподаватель контролирует и периодически направляет дискуссию в нужное русло. При защите лабораторных работ также используется метод дискуссионного обсуждения, направленный на решение возникшей проблемы.

13.1.4 В методе кейса студенты совместно с преподавателем ищут решение конкретной задачи, требующей нетривиального решения. При этом реализуются творческие нестандартные подходы при принятии решений.

14 Организация образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение по дисциплине «Физика полупроводниковых материалов» лиц, относящихся к категории инвалидов, и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

В случае возникновения необходимости обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья в вузе предусматривается создание специальных условий,

включающих в себя использование специальных образовательных программ, методов воспитания, дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания вуза и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

При получении высшего образования обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно учебная литература, при необходимости – услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. С учетом особых потребностей обучающимся с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается предоставление учебных, лекционных материалов в электронном виде.

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
период обучения: 2018 – 2023 учебные года**




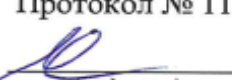


Внесенные изменения на 2018/2019 учебный год

В рабочую программу дисциплины

Физика полупроводниковых материалов

наименование дисциплины

вносятся следующие изменения и дополнения:

№ п/п	Раздел	Изменения и дополнения	Дата, номер протокола заседания кафедры, виза заведующего кафедрой	Дата, номер протокола заседания учебно- методической комиссии, виза председателя учебно- методической комиссии факультета
1	8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	Обновлен перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для реализации образовательной программы	27.08.2018 г. Протокол № 12  (подпись)	30.08.2018 г. Протокол № 11  (подпись)
2	9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: 9.1 Перечень электронно-библиотечных систем	Обновлен перечень электронно-библиотечных систем, необходимых для реализации образовательной программы	27.08.2018 г. Протокол № 12  (подпись)	30.08.2018 г. Протокол № 11  (подпись)
3	11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем: 11.1 Перечень лицензионного программного обеспечения учебного процесса 11.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	Внесены изменения в состав лицензионного программного обеспечения. Обновлен перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	27.08.2018 г. Протокол № 12  (подпись)	30.08.2018 г. Протокол № 11  (подпись)

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
период обучения: 2018 – 2023 учебные года**

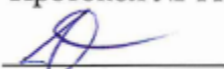
Внесенные изменения на 2019/2020 учебный год

В рабочую программу дисциплины

Физика полупроводниковых материалов

наименование дисциплины

вносятся следующие изменения и дополнения:

№ п/п	Раздел	Изменения и дополнения	Дата, номер протокола заседания кафедры, виза заведующего кафедрой	Дата, номер протокола заседания учебно- методической комиссии, виза председателя учебно- методической комиссии факультета
1	8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	Обновлен перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для реализации образовательной программы	26.08.2019 г. Протокол № 12  (подпись)	29.08.2019 г. Протокол № 11  (подпись)
2	11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем: 11.1 Перечень лицензионного программного обеспечения учебного процесса 11.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	Внесены изменения в состав лицензионного программного обеспечения. Обновлен перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	26.08.2019 г. Протокол № 12  (подпись)	29.08.2019 г. Протокол № 11  (подпись)

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
период обучения: 2018 – 2023 учебные года**

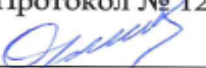







Внесенные изменения на 2020/2021 учебный год

В рабочую программу дисциплины

Физика полупроводниковых материалов

наименование дисциплины

вносятся следующие изменения и дополнения:

№ п/п	Раздел	Изменения и дополнения	Дата, номер протокола заседания кафедры, виза заведующего кафедрой	Дата, номер протокола заседания учебно-методической комиссии, виза председателя учебно-методической комиссии факультета
1	8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	Обновлен перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для реализации образовательной программы	25.08.2020 г. Протокол № 12  (подпись)	27.08.2020 г. Протокол № 11  (подпись)
2	9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: 9.1 Перечень электронно-библиотечных систем	Обновлен перечень электронно-библиотечных систем, необходимых для реализации образовательной программы	25.08.2020 г. Протокол № 12  (подпись)	27.08.2020 г. Протокол № 11  (подпись)
3	11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем: 11.1 Перечень лицензионного программного обеспечения учебного процесса 11.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	Внесены изменения в состав лицензионного программного обеспечения. Обновлен перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	25.08.2020 г. Протокол № 12  (подпись)	27.08.2020 г. Протокол № 11  (подпись)
4	12. Материально-техническое обеспечение обучения по дисциплине	Обновлен перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы	25.08.2020 г. Протокол № 12  (подпись)	27.08.2020 г. Протокол № 11  (подпись)

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ярославская государственная сельскохозяйственная академия»
Инженерный факультет

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА,
(В.В. Морозов)
«28» августа 2020 г.



АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика полупроводниковых материалов
(наименование учебной дисциплины)

Уровень высшего образования бакалавриат
(бакалавриат; магистратура; подготовка кадров высшей квалификации)

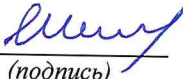
Программа прикладного бакалавриата
(прикладного бакалавриата; прикладной магистратуры)

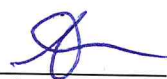
Направление(я) подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»
(код и наименование направления подготовки)


Направленность (профиль) образовательной программы Электрооборудование и электротехнологии в АПК

Форма обучения заочная
(очная, заочная)

Срок получения образования по программе 5 лет

Декан инженерного факультета  к.т.н., доцент Шешунова Е.В.
(подпись) (учёная степень, звание)

Председатель УМК инженерного факультета  к.п.н. Ананьин Г.Е.
(подпись) (учёная степень, звание)

Заведующий выпускающей кафедрой  д.т.н., доцент Орлов П.С.
(подпись) (учёная степень, звание)

Ярославль, 2020 г.

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:

- **знать:** основные законы физики, теоретической механики, математики; современные материалы, применяемые в электротехнике, виды обработки материалов; перечень технических средств для определения параметров электрооборудования;
- **уметь:** использовать знания законов естественных наук для решения инженерных задач; подбирать материалы по их назначению, подбирать способы и режимы обработки материалов для изготовления деталей; использовать технические средства для определения параметров электрооборудования;
- **владеть:** компьютерными программами решения инженерных задач; методикой выбора материалов для изготовления деталей машин, методикой оценки выбора обработки материалов; навыками использования технических средств для определения параметров электрооборудования.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды учебной работы:

Вид учебных занятий и самостоятельная работа	Объем дисциплины, час.	
	Всего	Курс 3
Контактная работа обучающихся с преподавателем, в том числе:	10,8	10,8
Лекции (Л)	4	4
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)	–	–
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
Самостоятельная работа обучающихся (СР), в том числе:	57,4	34,9
Курсовой проект (работа)	КР	–
	КП	–
<i>Другие виды СР:</i>		
Расчетно-графические работы (РГР)	–	–
Реферат (Реф)	–	–
Контрольная работа студента заочной формы обучения	–	–
Контроль	3,8	3,8
Вид промежуточной аттестации		
Форма (зачет (З), зачет с оценкой (З0), экзамен (Э), защита КР (КП))	3	3
Общая трудоемкость	часов	72
	зачетных единиц	2