

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра интеллектуальных информационных радиофизических систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

И.С. Огнев
(подпись)

«23» мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины
«Современные проблемы радиофизики»**

Направление подготовки
03.04.03 Радиофизика

Направленность (профиль)
Информационные процессы и системы

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «17» апреля 2023 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от «25» апреля 2023 года

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Современные проблемы радиофизики" являются формирование способности использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики, а также представлять отчёты о своей деятельности в виде научно-технической документации, научных публикаций и выступлений.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина "Современные проблемы радиофизики" является дисциплиной по выбору, относится к части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений, и требует знаний, умений и навыков в объёме бакалаврской программы направлений «Радиофизика», «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», «Радиотехника» или родственных. Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины, используются студентами в ходе научной работы магистрантов и практик, а также при изучении профессиональных дисциплин.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП магистратуры

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
Профессиональные компетенции		
ПК-1 Способен проводить обзор и анализ современных достижений науки, самостоятельно собирать и анализировать исходные данные в том числе с использованием передовых ИКТСС, формулировать задачи профессиональной деятельности для достижения поставленной цели.	ИД_ПК-1.1 Осуществляет работу с современными источниками научно-технической информации, в том числе с использованием ИКТСС	Знать: <ul style="list-style-type: none">– структуру и направления развития современной радиофизики;– области применения радиофизических методов на практике и в смежных областях науки;– современные проблемы радиофизики, а также пути их решения;– достижения современной радиофизики. Уметь: <ul style="list-style-type: none">– находить и критически анализировать информацию о современных достижениях в области радиофизики, радиотехники и связи;– анализировать найденные в источниках варианты решения профессиональных задач, оценивая их достоинства и недостатки.
	ИД_ПК-1.2 Самостоятельно осуществляет анализ исходных данных для постановки задач профессиональной деятельности	Владеть: <ul style="list-style-type: none">– навыками определения ожидаемых результатов решения типичных задач в области анализа и синтеза радиотехнических цепей и сигналов.

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
ПК-2 Способен к организации и самостоятельному выполнению фундаментальных и (или) прикладных исследований поискового, теоретического и (или) экспериментального характера включая моделирование с использованием программных средств общего и специального назначения	ИД_ПК-2.1 Составляет план проведения исследований и при необходимости корректирует его с учетом текущих результатов исследования	Уметь: – планировать будущие действия по внедрению отобранных достижений в свою научно-исследовательскую работу.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 акад. часов.

Дисциплина реализуется с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ), предоставляемых электронной образовательной средой ЯрГУ им. П.Г. Демидова – Moodle ЯрГУ.

Отдельные элементы курса проводятся в дистанционной форме в рамках электронного учебного курса «Современные проблемы радиофизики» в Moodle ЯрГУ.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего кон- троля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам) Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Основные направления развития современной ра- диофизики	1		3		0,5		14	Домашняя работа №1
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					0,5		2	<i>Сдача домашней работы в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>
2	Дистанционное зондиро- вание	1		3		0,5		15	Домашняя работа №2
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					0,5		2	<i>Сдача домашней работы в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>

3	Радиофизические основы радиоастрономии	1		3		0,5		15	Домашняя работа №3
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					0,5		2	<i>Сдача домашней работы в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>
4	Радиофизика и проблема обнаружения гравитационно-волнового излучения. Проблемы и методы радиоспектроскопии	1		3		0,5		14	Домашняя работа №4
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					0,5		2	<i>Сдача домашней работы в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>
5	Материалы СВЧ-радиофизики. Микро- и нано-уровни	1		3		0,25		15	Домашняя работа №5
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					0,25		2	<i>Сдача домашней работы в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>
6	Современные проблемы излучения, распространения и приёма электромагнитных колебаний	1		3		0,25		14	Домашняя работа №6
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					0,25		2	<i>Сдача домашней работы в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>
7	Фрактальная радиофизика и современные методы обработки сигналов	1		3		0,25		15	Домашняя работа №7
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					0,25		2	<i>Сдача домашней работы в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>
8	Биомедицинская радиофизика	1		3		0,25		15	Домашняя работа №8
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					0,25		2	<i>Сдача домашней работы в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>
		1				2	0,5	33,5	экзамен
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					2			<i>Сдача домашней работы в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>
	Всего за 1 семестр 180 часов			24		5	0,5	150,5	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					5		16	<i>Сдача домашней работы в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>
	ИТОГО			24		5	0,5	150,5	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					5		16	<i>Сдача домашней работы в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>

Содержание разделов дисциплины

1. Основные направления развития современной радиофизики.

Основные отрасли и направления развития современной радиофизики. Радиофизические методы. Активные и пассивные методы исследования физических сред и объектов. Отличие радиофизических от радиотехнических методов. Современные проблемы радиофизики.

2. Дистанционное зондирование

Современные задачи и методы получения радиоизображений. Радиовидение. Методы радиоголографии. Методы радиотомографии. Радиооптика. Отличие радиооптических методов от оптических. Преобразование сигнала в радиооптических системах. Ра-

диооптические фильтрация, вычисление спектра и другие операции. Оптические процессоры. Преобразование радиосигналов в оптический диапазон. Масштабные преобразования радио- и оптических изображений. Фокусировка сигналов в радиооптических системах. Современные методы подповерхностного зондирования. Особенности выбора модели распространения электромагнитных волн для обработки сигналов радиовидения. Применение методов радиоголографии для контроля радиотелескопов. Микроволновая микроскопия. Дистанционное зондирование земной поверхности, морской акватории, атмосферы, леса. Зондирование из космоса.

3. Радиофизические основы радиоастрономии

Основные радиоастрономические открытия. Механизмы излучения радиоволн в космических условиях. Характеристики космического радиоизлучения. Радиоизлучение Солнца и планет Солнечной системы. Галактические и внегалактические источники радиоизлучения. Методы приема космического радиоизлучения. Методы радиоспектроскопии в радиоастрономии. Виды космического излучения и поглощения в спектральных радиолиниях.

Современная стратегия SETI. Выбор направления поиска. Проекты направленного поиска и сплошные обзоры небесной сферы в радиодиапазоне. Критерии выбора направления передачи, формы и диапазона частот сигнала, содержания передаваемой информации. Современные проекты передачи сигналов для ВЦ. Выбор момента приема сигналов ВЦ. Критерии искусственности космических радиосигналов. Поиск монохроматического и искусственного стохастического радиоизлучения. Исследования статистической структуры космических сигналов. Обзор проектов поиска радиосигналов в проблеме SETI. Современное состояние проблемы поиска сигналов в проблеме SETI.

4. Радиофизика и проблема обнаружения гравитационно-волнового излучения. Проблемы и методы радиоспектроскопии

Современные детекторы гравитационных волн. Твердотельные резонансные детекторы. Гравитационные антенны на свободных массах. Лазерно-интерферометрические гравитационные детекторы.

Комбинированные лазерно-твердотельные системы. Доплеровские радиосистемы обнаружения гравитационных волн. Ротационно-гетеродинные гравитационные антенны. Антенны с использованием высокодобротных резонаторов СВЧ. Современные национальные и международные проекты по обнаружению гравитационных волн.

Особенности радиоспектроскопических методов исследования по сравнению с оптической спектроскопией. Радиоспектроскопия газов. Колебательные и вращательные спектры молекул. Особенности радиоспектроскопии жидкостей и твердых тел. Ядерный магнитный резонанс. Электронный парамагнитный резонанс. Методы импульсной Фурье-спектроскопии. Применение радиоспектроскопии в физике, химии, биологии и медицине.

5. Материалы СВЧ-радиофизики. Микро- и нано-уровни.

Современные материалы СВЧ-радиофизики. Радиопоглощающие материалы, физические принципы синтеза материалов с заданными поглощающими и отражающими свойствами. Бета-материалы и их использование.

Современные проблемы электроники СВЧ. Методы исследования динамических характеристик электронных приборов. Методы исследования воздействия импульсных помех на электронные приборы. Процессы, происходящие в транзисторах, при воздействии сверхкоротких импульсов. Защита от импульсных помех сверхкороткой длительности. Нанoeлектроника.

6. Современные проблемы излучения, распространения и приёма электромагнитных колебаний

Современные требования к сигналам и устройствам, их порождающим. Понятие о сверхширокополосных сигналах. Физические принципы распространения и преобразования сверхширокополосных сигналов. Сверхширокополосные антенны. Импульсное воз-

буждение антенн. Особенности прохождения импульсных сигналов через различные среды.

Современные проблемы распространения электромагнитных волн и методы их решения. Электромагнитные волны в нестационарных средах, в плазме. Распространение электромагнитных волн в городской застройке, в лесу.

7. Фрактальная радиофизика и современные методы обработки сигналов

Понятие фрактала. Фрактальные методы моделирования поверхностей объектов, в том числе подстилающих поверхностей, горных рельефов. Фрактальные свойства радиосигналов, в том числе речевых и телевизионных. Методы фрактальной обработки сигналов. Современные методы обработки речевых сигналов, изображений. Особенности обработки информации различного назначения, в том числе медицинской информации.

8. Биомедицинская радиофизика

Проблемы медицинского применения электромагнитных волн. Особенности воздействия радиосигналов различных типов и частот на биологические организмы. Преобразование сигналов биологическими организмами, возможность использования этих эффектов для медицинских исследований. Основные модели взаимодействия электромагнитного поля с живыми организмами. Прогноз поведения живой системы под воздействием электромагнитного поля. Эффекты воздействия полей. Проблемы электромагнитной безопасности радиопередающих устройств. Понятие электромагнитного загрязнения. Современные методы защиты от вредного воздействия электромагнитных полей.

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения проводятся практические занятия, в ходе которых используются следующие типы занятий и образовательные технологии.

1) **Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков, а также получению кратких теоретических сведений.

Задействованы:

- решение задач;
- коллективная мыслительная деятельность, в т.ч. мозговой штурм;
- анализ конкретных ситуаций;
- выступления с презентацией доклада.

2) **Консультация** – занятие перед проведением экзамена, на котором проводится консультация по изученному материалу, формам заданий итогового контроля, ответы на вопросы студентов по дисциплине.

3) **Асинхронная консультация** (в рамках онлайн курса) – занятие по окончании модуля, на котором проводится консультация по изученному материалу, формам заданий текущего контроля, ответы на вопросы студентов по дисциплине.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

Электронный учебный курс «Современные проблемы радиофизики» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины и организован сбор выполненных домашних работ;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены презентации и записи лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;

- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- Adobe Acrobat Reader.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины

а) Основная литература

1. Артёмова, Т.К. Современные проблемы радиофизики: учебное пособие [Электронный ресурс] / Т.К. Артёмова, С.О. Ширяева; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль: ЯрГУ, 2018. – 74 с. URL: www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20180703.pdf

б) дополнительная литература:

1. Кравченко, В. Ф. Вычислительные методы в современной радиофизике [Электронный ресурс] / Кравченко В. Ф., Лабунько О. С., Лерер А. М., Синявский Г. П. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 464 с. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922110990.html>
2. Шелухин, О. И. Самоподобие и фракталы. Телекоммуникационные приложения / Шелухин О. И., Осин А. В., Смольский С. М.; Под ред. О. И. Шелухина. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 368 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109499.html>
3. Владимиров, В. М. Дистанционное зондирование Земли: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Владимиров В. М., Дмитриев Д. Д., Дубровская О. А. - Красноярск: СФУ, 2014. - 196 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763830842.html>
4. Трубецков, Д. И. Методы нелинейной динамики и теории хаоса в задачах электроники сверхвысоких частот. Т. 2. [Электронный ресурс] / Под ред. Д. И. Трубецкова, А. Е. Храмова, А. А. Короновского. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 384 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922110846.html>
5. Белоус, А. И. Космическая электроника. В 2-х книгах. Книга 1 [Электронный ресурс] / Белоус А. И., Солодуха В. А., Шведов С. В. - Москва: Техносфера, 2015. - 696 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363981.html>

6. Белоус, А. И. СВЧ-электроника в системах радиолокации и связи. Техническая энциклопедия. В 2-х книгах. Книга 1 [Электронный ресурс] / Белоус А. И., Мерданов М. К., Шведов С. В. - Москва: Техносфера, 2016. - 688 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948364445.html>
7. Белоус, А. И. СВЧ-электроника в системах радиолокации и связи. Техническая энциклопедия. В 2-х книгах. Книга 2 [Электронный ресурс] / Белоус А. И., Мерданов М. К., Шведов С. В. - Москва: Техносфера, 2016. - 728 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948364469.html>
8. Кившарь, Ю. С. Нелинейности в периодических структурах и метаматериалах [Электронный ресурс] / Под ред. проф. Ю. С. Кившаря, проф. Н. Н. Розанова. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 384 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115933.html>
9. Безус, Е. А. Дифракционная оптика и нанофотоника [Электронный ресурс] / Безус Е. А., Быков Д. А., Досколович Л. Л., Ковалев А. А., Котляр В. В., Налимов А. Г., Порфирьев А. П., Скиданов Р. В., Сойфер В. А., Стафеев С. С., Хонина С. Н. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 608 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115711.html>

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).
2. Открытые записи Научной электронной библиотеки (<http://elibrary.ru>).
3. Сайт ФГБУ «Федеральный институт промышленной собственности» с архивом патентов РФ (<http://fips.ru>).
4. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» (<http://CyberLeninka.ru>, свободный доступ).
5. Сайт электронного журнала «Журнал радиоэлектроники» (<http://jre.cplire.ru>).
6. Сайт ЭБС общества IEEE: (<http://ieeexplore.ieee.org>).
7. ГОСТ 55385-2012 Интеллектуальная собственность. Научные произведения. – М.: Стандартиформ, 2015.
8. Современные проблемы радиофизики и радиотехники: сборник докладов Омского научного семинара. Выпуск 4 / отв. ред. С. В. Кривальцевич. – Омск: ОНИИП, 2016. – 96 с.
<http://радиосеминар.рф/files/omsk%20seminar%202016%20n4.pdf>
9. Russian SETI (<http://Infm1.sai.msu.ru/SETI/koi/>).
10. Гришук Л.П. и др. Гравитационно-волновая астрономия: в ожидании первого зарегистрированного источника. // Успехи физических наук. 2001. Т.171. N 1.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в аудитории для практических занятий (семинаров) равно списочному составу группы обучающихся.

Автор:

Доцент кафедры инфокоммуникаций и
радиофизики, к.ф.-м.н.

должность, ученая степень

подпись

Т.К. Артёмова

И.О. Фамилия

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Современные проблемы радиофизики»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

Задания для самостоятельной работы

*(данные задания выполняются студентом самостоятельно
и преподавателем в обязательном порядке не проверяются)
(проверка сформированности ПК-1, индикаторы ИД_ПК1_1 и ИД_ПК1_2, и ПК-2, инди-
катор ИД_ПК2_1)*

Задания для самостоятельной работы

**Задания по теме №1 «Основные направления развития современной радиофизики» –
Домашнее задание №1**

1. Ознакомиться с программами любой международной научно-технической или научной конференции в области радиофизики, радиотехники, связи за последние годы. В отчёте указать наименование конференции и рассмотренные годы.
2. Выделить радиофизические направления и секции в тематике этой конференции. В отчёте указать перечень секций, в спектре тематик которых есть радиофизика.
3. По программе за последний год выделить спектр обсуждаемых проблем, находящихся на переднем крае радиофизики как науки. В отчёте привести сформированный перечень.
4. По программам за несколько лет проследить изменение тематики. В отчёте описать характер изменений – какие темы появились, какие ушли, какие получили большее, какие меньшее освещение в работах исследователей.
5. Составить и привести в отчёте диаграммы использования различных методов и моделей в радиофизической тематике конференции: активных и пассивных методов; детерминированных, статистических и имитационных моделей (2 долевые диаграммы).

Задания по теме №2 «Дистанционное зондирование» – Домашнее задание №2

1. Провести информационный поиск с глубиной 10 лет по методам и проблемам рассматриваемой области радиофизики: дистанционного зондирования.
2. По результатам поиска описать в отчёте современное состояние области, указывая: глубину и объём поиска, количество и характер найденных источников, перечень проблем, над которыми в настоящее время работают и в ближайшем прошлом работали радиофизики, достижения в решении очерченного круга задач.
3. Выбрать одно из направлений внутри выбранной области и сформулировать постановку задачи для конкретного примера, убедившись, что Ваш пример не повторяет примеров однокурсников.
4. Указать пути решения задачи (со ссылками на необходимые источники и с обоснованием выбора пути решения).
5. Указать возможные параметры решения и выбранных методов решения: точность (и другие количественные параметры решения), сходимость, устойчивость, вычислительные затраты методов.

6. Привести пример новых знаний, полученных о процессах, явлениях, объектах с помощью дистанционного зондирования, убедившись, что Ваши пример не повторяет примеров однокурсников. В отчёте указать – что получено, когда, источник информации, метод ДЗЗ, параметры ДЗЗ и охарактеризовать результат с точки зрения современных взглядов – удовлетворяет ли качество современным требованиям. Привести пример практического использования этих знаний.

7. Укажите в отчёте, каким образом вы можете использовать новейшие достижения радиофизики из рассмотренной области в своей научной деятельности, а именно:

а) какие именно достижения можете использовать (открытия, модели, методы, факты и т.д.);

б) в какой части своей работы;

в) можно это использовать непосредственно или нужна доработка, если нужна, то какая;

г) оцените эффект, который может дать применение отобранных достижений в Вашей НИР;

д) запланируйте и перечислите свои будущие действия по внедрению отобранных достижений в Вашу НИР.

8. Определить условия радиоволнового дистанционного зондирования (примерный диапазон частот, интервалы между отсчётами при регистрации электромагнитного поля) для системы из двух объектов-пластинок, находящихся в воздухе и занимающих пространство относительно центра системы ДЗЗ, характеризующееся координатами противоположных концов диагоналей пластинок как параллелепипедов: А $\{(0,1;0,1;2), (-0,6;-0,6;2,1)\}$ и В $\{(0,2;0,2;2,4), (0,4;0,4;2,5)\}$. В отчёте указать перечень величин и их значения, а также привести обоснование выбора величин и расчёт их значения.

Задания по теме №3 «Радиофизические основы радиоастрономии» – Домашнее задание №3

1. Провести информационный поиск с глубиной 10 лет по методам и проблемам рассматриваемой области радиофизики: радиофизические основы радиоастрономии.

2. По результатам поиска описать в отчёте современное состояние области, указывая: глубину и объём поиска, количество и характер найденных источников, перечень проблем, над которыми в настоящее время работают и в ближайшем прошлом работали радиофизики, достижения в решении очерченного круга задач.

3. Выбрать одно из направлений внутри выбранной области и сформулировать постановку задачи для конкретного примера, убедившись, что Ваш пример не повторяет примеров однокурсников.

4. Указать пути решения задачи (со ссылками на необходимые источники и с обоснованием выбора пути решения).

5. Указать возможные параметры решения и выбранных методов решения: точность (и другие количественные параметры решения), сходимость, устойчивость, вычислительные затраты методов.

6. Привести пример новых знаний, полученных о процессах, явлениях, объектах с помощью радиофизических методов в радиоастрономии, убедившись, что Ваши пример не повторяет примеров однокурсников. В отчёте указать – что получено, когда, источник информации, радиофизический метод, его параметры и охарактеризовать результат с точки зрения современных взглядов – удовлетворяет ли качество современным требованиям. Привести пример практического использования этих знаний.

7. Укажите в отчёте, каким образом вы можете использовать новейшие достижения радиофизики из рассмотренной области в своей научной деятельности, а именно:

а) какие именно достижения можете использовать (открытия, модели, методы, факты и т.д.);

б) в какой части своей работы;

- в) можно это использовать непосредственно или нужна доработка, если нужна, то какая;
 - г) оцените эффект, который может дать применение отобранных достижений в Вашей НИР;
 - д) запланируйте и перечислите свои будущие действия по внедрению отобранных достижений в Вашу НИР.
8. По п.п.3-6 подготовить презентацию на 5-10 минут и выступить на практическом занятии.

Задания по теме №4 «Радиофизика и проблема обнаружения гравитационно-волнового излучения. Проблемы и методы радиоспектроскопии» – Домашнее задание №4

1. Провести информационный поиск с глубиной 10 лет по методам и проблемам рассматриваемых областей радиофизики: радиоспектроскопия, обнаружение гравитационно-волнового излучения.
2. По результатам поиска описать в отчёте современное состояние области, указывая: глубину и объём поиска, количество и характер найденных источников, перечень проблем, над которыми в настоящее время работают и в ближайшем прошлом работали радиофизики, достижения в решении очерченного круга задач.
3. Выбрать одно из направлений внутри выбранной области и сформулировать постановку задачи для конкретного примера, убедившись, что Ваш пример не повторяет примеров однокурсников.
4. Указать пути решения задачи (со ссылками на необходимые источники и с обоснованием выбора пути решения).
5. Указать возможные параметры решения и выбранных методов решения: точность (и другие количественные параметры решения), сходимость, устойчивость, вычислительные затраты методов.
6. Привести пример новых знаний, полученных о процессах, явлениях, объектах в рассмотренной области, убедившись, что Ваши пример не повторяет примеров однокурсников. В отчёте указать – что получено, когда, источник информации, радиофизический метод, его параметры и охарактеризовать результат с точки зрения современных взглядов – удовлетворяет ли качество современным требованиям. Привести пример практического использования этих знаний.
7. Укажите в отчёте, каким образом вы можете использовать новейшие достижения радиофизики из рассмотренной области в своей научной деятельности, а именно:
 - а) какие именно достижения можете использовать (открытия, модели, методы, факты и т.д.);
 - б) в какой части своей работы;
 - в) можно это использовать непосредственно или нужна доработка, если нужна, то какая;
 - г) оцените эффект, который может дать применение отобранных достижений в Вашей НИР;
 - д) запланируйте и перечислите свои будущие действия по внедрению отобранных достижений в Вашу НИР.
8. По п.п.3-6 подготовить презентацию на 5-10 минут и выступить на практическом занятии.

Задания по теме №5 «Материалы СВЧ-радиофизики. Микро- и нано- уровни» – Домашнее задание №5

1. Провести информационный поиск с глубиной 10 лет по методам и проблемам рассматриваемой области радиофизики: исследование и использование различных материалов.

2. По результатам поиска описать в отчёте современное состояние области, указывая: глубину и объём поиска, количество и характер найденных источников, перечень проблем, над которыми в настоящее время работают и в ближайшем прошлом работали радиофизики, достижения в решении очерченного круга задач.

3. Выбрать одно из направлений внутри выбранной области и сформулировать постановку задачи для конкретного примера, убедившись, что Ваш пример не повторяет примеров однокурсников.

4. Указать пути решения задачи (со ссылками на необходимые источники и с обоснованием выбора пути решения).

5. Указать возможные параметры решения и выбранных методов решения: точность (и другие количественные параметры решения), сходимость, устойчивость, вычислительные затраты методов.

6. Привести пример новых знаний, полученных о процессах, явлениях, объектах в рассмотренной области, убедившись, что Ваши пример не повторяет примеров однокурсников. В отчёте указать – что получено, когда, источник информации, радиофизический метод, его параметры и охарактеризовать результат с точки зрения современных взглядов – удовлетворяет ли качество современным требованиям. Привести пример практического использования этих знаний.

7. Укажите в отчёте, каким образом вы можете использовать новейшие достижения радиофизики из рассмотренной области в своей научной деятельности, а именно:

а) какие именно достижения можете использовать (открытия, модели, методы, факты и т.д.);

б) в какой части своей работы;

в) можно это использовать непосредственно или нужна доработка, если нужна, то какая;

г) оцените эффект, который может дать применение отобранных достижений в Вашей НИР;

д) запланируйте и перечислите свои будущие действия по внедрению отобранных достижений в Вашу НИР.

8. По п.п.3-6 подготовить презентацию на 5-10 минут и выступить на практическом занятии.

Задания по теме №6 «Современные проблемы излучения, распространения и приёма электромагнитных колебаний» – Домашнее задание №6

1. Провести информационный поиск с глубиной 10 лет по методам и проблемам рассматриваемых областей радиофизики: излучение распространение, приём электромагнитных колебаний.

2. По результатам поиска описать в отчёте современное состояние области, указывая: глубину и объём поиска, количество и характер найденных источников, перечень проблем, над которыми в настоящее время работают и в ближайшем прошлом работали радиофизики, достижения в решении очерченного круга задач.

3. Выбрать одно из направлений внутри выбранной области и сформулировать постановку задачи для конкретного примера, убедившись, что Ваш пример не повторяет примеров однокурсников.

4. Указать пути решения задачи (со ссылками на необходимые источники и с обоснованием выбора пути решения).

5. Указать возможные параметры решения и выбранных методов решения: точность (и другие количественные параметры решения), сходимость, устойчивость, вычислительные затраты методов.

6. Привести пример новых знаний, полученных о процессах, явлениях, объектах в рассмотренной области, убедившись, что Ваши пример не повторяет примеров однокурсников. В отчёте указать – что получено, когда, источник информации, радиофизический

метод, его параметры, описать полученную модель процесса и охарактеризовать результат с точки зрения современных взглядов – удовлетворяет ли качество современным требованиям. Привести пример практического использования этих знаний.

7. Укажите в отчёте, каким образом вы можете использовать новейшие достижения радиофизики из рассмотренной области в своей научной деятельности, а именно:

а) какие именно достижения можете использовать (открытия, модели, методы, факты и т.д.);

б) в какой части своей работы;

в) можно это использовать непосредственно или нужна доработка, если нужна, то какая;

г) оцените эффект, который может дать применение отобранных достижений в Вашей НИР;

д) запланируйте и перечислите свои будущие действия по внедрению отобранных достижений в Вашу НИР.

Задания по теме №7 «Фрактальная радиофизика и современные методы обработки сигналов» – Домашнее задание №7

1. Провести информационный поиск с глубиной 10 лет по методам и проблемам рассматриваемой области радиофизики: фрактальная радиофизика.

2. По результатам поиска описать в отчёте современное состояние области, указывая: глубину и объём поиска, количество и характер найденных источников, перечень проблем, над которыми в настоящее время работают и в ближайшем прошлом работали радиофизики, достижения в решении очерченного круга задач.

3. Выбрать одно из направлений внутри выбранной области и сформулировать постановку задачи для конкретного примера, убедившись, что Ваш пример не повторяет примеров однокурсников.

4. Указать пути решения задачи (со ссылками на необходимые источники и с обоснованием выбора пути решения).

5. Указать возможные параметры решения и выбранных методов решения: точность (и другие количественные параметры решения), сходимость, устойчивость, вычислительные затраты методов.

6. Привести пример новых знаний, полученных о процессах, явлениях, объектах в рассмотренной области, убедившись, что Ваш пример не повторяет примеров однокурсников. В отчёте указать – что получено, когда, источник информации, радиофизический метод, его параметры и охарактеризовать результат с точки зрения современных взглядов – удовлетворяет ли качество современным требованиям. Привести пример практического использования этих знаний.

7. Укажите в отчёте, каким образом вы можете использовать новейшие достижения радиофизики из рассмотренной области в своей научной деятельности, а именно:

а) какие именно достижения можете использовать (открытия, модели, методы, факты и т.д.);

б) в какой части своей работы;

в) можно это использовать непосредственно или нужна доработка, если нужна, то какая;

г) оцените эффект, который может дать применение отобранных достижений в Вашей НИР;

д) запланируйте и перечислите свои будущие действия по внедрению отобранных достижений в Вашу НИР.

Задания по теме №8 «Биомедицинская радиофизика» – Домашнее задание №8

1. Провести информационный поиск с глубиной 10 лет по методам и проблемам рассматриваемой области радиофизики: биомедицинская радиофизика.

2. По результатам поиска описать в отчёте современное состояние области, указывая: глубину и объём поиска, количество и характер найденных источников, перечень проблем, над которыми в настоящее время работают и в ближайшем прошлом работали радиофизики, достижения в решении очерченного круга задач.

3. Выбрать одно из направлений внутри выбранной области и сформулировать постановку задачи для конкретного примера, убедившись, что Ваш пример не повторяет примеров однокурсников.

4. Указать пути решения задачи (со ссылками на необходимые источники и с обоснованием выбора пути решения).

5. Указать возможные параметры решения и выбранных методов решения: точность (и другие количественные параметры решения), сходимость, устойчивость, вычислительные затраты методов.

6. Привести пример новых знаний, полученных о процессах, явлениях, объектах в рассмотренной области, убедившись, что Ваши пример не повторяет примеров однокурсников. В отчёте указать – что получено, когда, источник информации, радиофизический метод, его параметры и охарактеризовать результат с точки зрения современных взглядов – удовлетворяет ли качество современным требованиям. Указать, как это знание помогает в медицине.

7. Укажите в отчёте, каким образом вы можете использовать новейшие достижения радиофизики из рассмотренной области в своей научной деятельности, а именно:

а) какие именно достижения можете использовать (открытия, модели, методы, факты и т.д.);

б) в какой части своей работы;

в) можно это использовать непосредственно или нужна доработка, если нужна, то какая;

г) оцените эффект, который может дать применение отобранных достижений в Вашей НИР;

д) запланируйте и перечислите свои будущие действия по внедрению отобранных достижений в Вашу НИР.

8. По п.п.3-6 подготовить презентацию на 5-10 минут и выступить на практическом занятии.

Критерии оценивания домашних заданий

Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
Соответствие ответа вопросу задания	Хотя бы частичное (<i>не относящееся к вопросу не подлежит проверке</i>)	Почти полное	Полное
Раскрытие темы	Тема раскрыта поверхностно	Тема раскрыта хорошо, но не полностью	Тема глубоко раскрыта
Логика изложения и аргументация	Изложение непоследовательное, аргументировано лишь отчасти	Изложение последовательно, но в логике есть изъяны или аргументы приведены не ко всем положениям.	Изложение логически структурировано и аргументировано
Корректность изложения	Многие факты сомнительные или неточные	Факты в основном точные	Факты представлены точно
Анализ	Недостаточное использование ключевых по-	Хорошее владение терминологией, одна-	Строгий критический анализ ключе-

Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
	нятий (концепций)	ко не хватает сравнительного или критического анализа	вых понятий (концепций)
Стиль изложения	Излишние повторения, лишний текст, ненаучная лексика и жаргонизмы	Научный стиль изложения, однако затянуто	Концентрированный текст, насыщенный фактами и аргументами, удерживает внимание
Оформление	Неопрятная и трудно читаемая работа	Работа оформлена хорошо, хотя и есть недостатки	Четко и хорошо оформленная работа
Объём	Слишком длинная / короткая работа	Тема требует несколько более длинного/короткого изложения	Разумный объём, соответствующий теме
Представление данных	Неэффективное использование или неиспользование схем / таблиц для подтверждения аргументов	Таблицы и/или схемы используются, однако не лучшим образом (в том числе приведённые в них данные не обсуждаются в тексте)	Эффективное использование схем / таблиц для подтверждения аргументов
Грамотность	Много орфографических и грамматических ошибок	Есть отдельные ошибки	Нет орфографических ошибок, грамматически правильные предложения
Использование источников	Имеются ссылки на все источники, однако цитируются слишком большие отрывки или ссылки расставлены не по правилам	Имеются единичные ошибки цитирования.	Адекватное использование источников

2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Список вопросов к экзамену

(экзамен выставляется по результатам выполнения домашних заданий и ответов на вопросы)

Вопрос 1

(проверка сформированности ПК-1, индикаторы ИД_ПК1_1 и ИД_ПК1_2)

1. Основные отрасли и направления развития современной радиофизики.
2. Радиофизические методы. Активные и пассивные методы исследования физических сред и объектов. Отличие радиофизических от радиотехнических методов.
3. Современные проблемы радиофизики.
4. Особенности радиоспектроскопических методов исследования по сравнению с оптической спектроскопией. Радиоспектроскопия газов. Колебательные и вращательные спектры молекул. Особенности радиоспектроскопии жидкостей и твердых тел.

5. Ядерный магнитный резонанс. Электронный парамагнитный резонанс. Методы импульсной Фурье-спектроскопии. Применение радиоспектроскопии в физике, химии, биологии и медицине.
6. Понятие радиооптики. Отличие радиооптических методов от оптических. Преобразование сигнала в радиооптических системах. Радиооптические фильтрация, вычисление спектра и другие операции.
7. Оптические процессоры. Преобразование радиосигналов в оптический диапазон. Масштабные преобразования радио- и оптических изображений. Фокусировка сигналов в радиооптических системах.
8. Современные задачи интроскопии и методы получения радиоизображений. Радиовидение. Методы радиоголографии. Методы радиотомографии.
9. Современные методы подповерхностного зондирования. Особенности выбора модели распространения электромагнитных волн для обработки сигналов радиовидения. Применение методов радиоголографии для контроля радиотелескопов.
10. Микроволновая микроскопия. Дистанционное зондирование земной поверхности, морской акватории, атмосферы, леса. Зондирование из космоса.
11. Основные радиоастрономические открытия. Механизмы излучения радиоволн в космических условиях. Характеристики космического радиоизлучения. Радиоизлучение Солнца и планет Солнечной системы. Галактические и внегалактические источники радиоизлучения.
12. Методы приема космического радиоизлучения. Методы радиоспектроскопии в радиоастрономии. Виды космического излучения и поглощения в спектральных радиолиниях.
13. Современная стратегия SETI. Выбор направления поиска. Проекты направленного поиска и сплошные обзоры небесной сферы в радиодиапазоне. Критерии выбора направления передачи, формы и диапазона частот сигнала, содержания передаваемой информации. Современные проекты передачи сигналов для ВЦ. Выбор момента приема сигналов ВЦ.
14. Критерии искусственности космических радиосигналов. Поиск монохроматического и искусственного стохастического радиоизлучения. Исследования статистической структуры космических сигналов. Обзор проектов поиска радиосигналов в проблеме SETI. Современное состояние проблемы поиска сигналов в проблеме SETI.
15. Современные детекторы гравитационных волн. Твердотельные резонансные детекторы. Гравитационные антенны на свободных массах. Лазерно-интерферометрические гравитационные детекторы.
16. Комбинированные лазерно-твердотельные системы. Доплеровские радиосистемы обнаружения гравитационных волн. Ротационно-гетеродинные гравитационные антенны.
17. Антенны с использованием высокодобротных резонаторов СВЧ. Современные национальные и международные проекты по обнаружению гравитационных волн.
18. Важность проблемы обнаружения внесолнечных (экзо) планет для современной космологии и естествознания в целом. Методы обнаружения внесолнечных планет. Физические ограничения методов обнаружения.
19. Обзор открытий внесолнечных планет. Характеристики открытых экзопланет.
20. Современные материалы СВЧ-радиофизики. Радиопоглощающие материалы, физические принципы синтеза материалов с заданными поглощающими и отражающими свойствами. Бета-материалы и их использование.
21. Современные проблемы электроники СВЧ. Методы исследования динамических характеристик электронных приборов. Методы исследования воздействия импульсных помех на электронные приборы. Процессы, происходящие в транзисторах,

- при воздействии сверхкоротких импульсов. Защита от импульсных помех сверхкороткой длительности. Нанoeлектроника.
22. Современные требования к сигналам и устройствам, их порождающим. Понятие о сверхширокополосных сигналах. Физические принципы распространения и преобразования сверхширокополосных сигналов. Сверхширокополосные антенны. Импульсное возбуждение антенн.
 23. Особенности прохождения импульсных сигналов через различные среды.
 24. Современные проблемы распространения электромагнитных волн и методы их решения. Электромагнитные волны в нестационарных средах, в плазме. Распространение электромагнитных волн в городской застройке, в лесу.
 25. Понятие фрактала. Фрактальные методы моделирования поверхностей объектов, в том числе подстилающих поверхностей, горных рельефов. Фрактальные свойства радиосигналов, в том числе речевых и телевизионных.
 26. Методы фрактальной обработки сигналов. Современные методы обработки речевых сигналов, изображений. Особенности обработки информации различного назначения, в том числе медицинской информации.
 27. Основные модели взаимодействия электромагнитного поля с живыми организмами. Проблемы медицинского применения электромагнитных волн. Особенности воздействия радиосигналов различных типов и частот на биологические организмы. Преобразование сигналов биологическими организмами, возможность использования этих эффектов для медицинских исследований.
 28. Прогноз поведения живой системы под воздействием электромагнитного поля. Эффекты воздействия полей. Проблемы электромагнитной безопасности радиопередающих устройств. Понятие электромагнитного загрязнения. Современные методы защиты от вредного воздействия электромагнитных полей.

Вопрос 2

(проверка сформированности ПК-2, индикатор ИД_ПК2_1)

Приведите пример современного достижения в области радиофизики, радиотехники или связи. Укажите, каким образом вы можете использовать новейшие достижения радиофизики из рассмотренной области в своей научной деятельности, а именно:

- а) какие именно достижения можете использовать (открытия, модели, методы, факты и т.д.);
- б) в какой части своей работы;
- в) можно это использовать непосредственно или нужна доработка, если нужна, то какая;
- г) оцените эффект, который может дать применение отобранных достижений в Вашей НИР;
- д) запланируйте и перечислите свои будущие действия по внедрению отобранных достижений в Вашу НИР.

Критерии оценивания ответов на вопросы билета

Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
Соответствие ответа вопросу	Хотя бы частичное (<i>не относящееся к вопросу не подлежит проверке</i>)	Полное	Полное

Наличие примеров	Имеются отдельные примеры	Много примеров	Есть практически ко всем утверждениям
Содержание ответа	Понятийные вопросы изложены с классификациями, проблемные с постановкой проблемы и изложением различных точек зрения. Имеются ошибки или пробелы.	Ответ почти полный, без ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей	Исчерпывающий полный ответ

3 Описание процедуры выставления оценки

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

Оценка выставляется с зависимости от уровня сформированности компетенций ПК-1 и ПК-2.

Компетенция	Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
ПК-1	Пункты 1-6 и 8 домашних заданий 2-8 выполнены на «удовлетворительно» и выше в 3-4 домашних работах И ответ на вопрос 1 билета дан на высоком уровне	Пункты 1-6 и 8 домашних заданий 2-8 выполнены на «удовлетворительно» и выше в 5-6 домашних работах И ответ на вопрос 1 билета дан на высоком уровне	Пункты 1-6 и 8 домашних заданий 2-8 выполнены на «удовлетворительно» и выше в 7-8 домашних работах И ответ на вопрос 1 билета дан на высоком уровне
ПК-2	Пункт 7 домашних заданий 2-8 выполнен на «удовлетворительно» и выше в 3-4 домашних работах И ответ на вопрос 2 билета дан на пороговом уровне	Пункт 7 домашних заданий 2-8 выполнен на «удовлетворительно» и выше в 5-6 домашних работах И ответ на вопрос 2 билета дан на продвинутом уровне	Пункт 7 домашних заданий 2-8 выполнен на «удовлетворительно» и выше в 7-8 домашних работах И ответ на вопрос 2 билета дан на высоком уровне

Оценка «отлично» выставляется, если компетенции сформированы на высоком уровне или одна из них – на высоком, а другая – на продвинутом.

Оценка «хорошо» выставляется, если компетенции сформированы на продвинутом уровне или одна из них – на пороговом, а другая – на продвинутом.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если компетенции сформированы на пороговом уровне (не ниже).

Если хотя бы одна из компетенций сформирована на уровне ниже порогового, выставляется оценка «неудовлетворительно».

Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Современные проблемы радиофизики»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой занятий по дисциплине «Современные проблемы радиофизики» являются практические занятия. На них излагается необходимый минимум теоретических сведений, ставятся вопросы, на которые надо найти ответ самостоятельно, даются рекомендации по подбору литературы. Теоретический материал представляет собой компиляцию из огромного количества источников, поэтому материал, законспектированный на занятиях, необходимо дома еще раз прорабатывать и дополнять информацией, полученной из учебной и научной литературы.

Для успешного освоения дисциплины обязательно выполнение всех домашних заданий, они являются формой текущей аттестации. В качестве заданий для самостоятельной работы дома предлагаются творческие задания, ориентированные на очень активное использование ресурсов сети Интернет, в первую очередь, научных статей и энциклопедий.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Во время подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация.

Оценка за экзамен складывается из оценки за домашние задания и оценки за ответы на два вопроса на экзамене. Для получения определённой оценки на экзамен требуется не только хорошо изложить материал, но и выполнить определённое количество домашних работ с определённым качеством. Критерии выполнения заданий и правила выставления оценки приведены в рабочей программе, а также выставлены в электронном учебном курсе в системе Moodle ЯрГУ. Домашние работы сдаются в этой же системе.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы рекомендуется использовать издания, указанные в списке основной и дополнительной литературы.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет (http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/пароллю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность» (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.

4. Электронные библиотечные системы, на которые имеется подписка ЯрГУ, перечень см. [http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net_res\(1\).php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net_res(1).php)