

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

по учебной работе

МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ

И. Э. Бученков

2022 г.

Регистрационный № УД-111-22 /уч.



ОПТИКА

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-40 05 01 Информационные системы и технологии (по направлениям)

Направления специальности:

1-40 05 01 – 06 Информационные технологии и системы (в экологии);

1-40 05 01 – 07 Информационные технологии и системы (в здравоохранении)

2022 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-40 05 01 - 2021 от 09.02.2021 и учебных планов учреждения высшего образования № 129-21/уч. от 14.05.2021 и № 130-21/уч. от 14.05.2021 по специальности 1-40 05 01 Информационные системы и технологии (по направлениям)

СОСТАВИТЕЛИ:

А.А. Луцевич, доцент кафедры общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат педагогических наук, доцент;

В.Ф. Малишевский, доцент кафедры общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

Н. В. Пушкарев, доцент кафедры общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Г. М. Чобот, доцент кафедры физики учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университета», кандидат физико-математических наук доцент;

В. А. Иванюкович, доцент кафедры информационных технологий в экологии и медицине образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 28.04 2022);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 24.05 2022)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Оптика» модуля «Естественнонаучные дисциплины» включает информацию о важнейших физических фактах и понятиях, законах и принципах волновой и геометрической оптики. В нем сочетаются вопросы классической и современной физики, установлены границы, в пределах которых справедливы определенные физические концепции, теории, модели. Изучение раздела является необходимым условием успешного овладения совокупностью физических законов, принципов, концепций, теорий, лежащих в основе всех естественных наук, формирующих научную картину мира.

В процессе изучения дисциплины студенты должны познакомиться с историей важнейших физических открытий, с историей возникновения, становления теорий, идей и понятий, узнать о вкладе выдающихся отечественных и зарубежных ученых в развитие физики. Очень важно привить студентам умение самостоятельно пополнять свои знания, ориентироваться в стремительном потоке научной информации.

Изложение программного материала должно базироваться на знаниях, полученных студентами как в учреждениях, обеспечивающих получение среднего образования, так и на знаниях, усвоенных ими в МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ на момент изучения соответствующего материала, быть строго научным, но доступным для восприятия, основываться на результатах эксперимента и подтверждаться им.

Методика проведения всех видов учебных занятий (лекции, практические занятия по решению задач, лабораторные занятия, УРС) должна быть подчинена основной задаче – подготовке специалистов к профессиональной деятельности. Особое внимание следует уделять демонстрационному эксперименту в процессе чтения лекций. Лабораторный практикум следует организовать таким образом, чтобы студент ясно представлял суть исследуемых физических явлений и законов, понимал методику измерений, вычислений, оценок. В ходе выполнения лабораторного практикума необходимо решить задачу по приобретению студентами навыков самостоятельной работы как со стандартным заводским оборудованием, приборами, так и изготовленными для определенных конкретных целей механизмами, конструкциями.

При проведении практических занятий необходимо выработать у студентов навыки грамотного изложения теоретического материала и умения решать физические задачи, а во время выполнения лабораторных работ добиваться, чтобы студенты ясно представляли и умели не только осмыслить полученные результаты, но и оценить степень их достоверности.

Исключительно большое значение имеет формирование навыков самостоятельного овладения знаниями и их практического применения. Некоторые вопросы раздела предлагаются для самостоятельного изучения. При этом не ставится цель охватить все стороны предмета или заменить другие формы работы. Подбор заданий направлен на формирование базовых

умений и навыков путем их применения в разных ситуациях, а также на развитие активности и самостоятельности студентов.

Проведение всего комплекса разнообразных форм занятий, предусмотренных учебной программой по данному разделу, даст возможность студентам более глубоко, систематически и осмысленно овладеть теоретическим материалом, повысить свой теоретический уровень. Вместе с тем это будет способствовать формированию навыков учебной работы (конспектирование лекций, планирование видов работ по подготовке к лабораторным работам, работа со справочниками, аннотирование литературы и др.).

Цели обучения дисциплине:

Цели изучения дисциплины заключаются в формировании системы теоретических знаний и практических навыков по использованию оптических законов для решения широкого спектра задач в различных областях науки и техники, а также представление физики оптических явлений как обобщение и теоретическую интерпретацию результатов наблюдений, практического опыта и эксперимента.

Задачи обучения дисциплине:

- сообщить студенту основные принципы и законы оптики, и их математическое выражение;
- ознакомить его с основными методами наблюдения и экспериментального исследования оптических явлений, с главными методами точного измерения физических величин, простейшими методами обработки результатов эксперимента и основными физическими приборами;
- сформировать определенные навыки экспериментальной работы,
- научить правильно, интерпретировать физические идеи, формулировать и решать качественные и количественные физические задачи, оценивать порядок физических величин;
- дать студенту ясное представление о границах применимости физических моделей и гипотез, используемых в оптике.

Обучающийся должен владеть следующими компетенциями:

СК-3. Быть способным использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов физики для решения профессиональных задач.

В результате изучения дисциплины «Оптика» студент должен

знать:

- роль и место физики в системе наук о природе и человеческом обществе;
- методологию и мировоззренческий потенциал физической науки, ее философские и методологические основы и проблемы;
- достижения, проблемы и основные направления исследований в области оптики в мире и в Республике Беларусь;
- содержание, структуру и динамику развития оптики, основные этапы развития естественнонаучной картины мира;

- экспериментальные и теоретические методы научного и учебного физического исследования по оптике;
- физические понятия, законы, принципы и теории, физическую сущность оптических явлений и процессов в природе и технике;
- математический аппарат оптики и численные методы решения физических задач;
- методы поиска и анализа научной информации по физике;

уметь:

- пользоваться системой теоретических знаний для решения физических задач по волновой и геометрической оптике;
- пользоваться методами научно-методологического анализа оптических явлений, понятий, теорий и физической картины мира;
- использовать современные информационные технологии и программные средства обучения физике;
- составлять, решать и проводить научно-методический анализ результатов решения физических задач различного уровня сложности;

владеть:

- методологией планирования, организации и проведения физического эксперимента, анализа и интерпретации результатов эксперимента;
- техникой анализа конкретных физических ситуаций при проектировании их математических и компьютерных моделей;
- навыками свободного применения соответствующего математического аппарата и использования математических методов при решении конкретных задач по оптике.

На изучение дисциплины отводится общее количество часов 108, из которых аудиторных – 42 ч (18 ч лекционных, 12 ч практических занятий, 12 ч лабораторных занятий).

Форма получения высшего образования – дневная.

Форма текущей аттестации – экзамен в IV семестре.

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение

Предмет оптики. Основные этапы развития оптики. Электромагнитная и квантовая теории света. Волновые и корпускулярные свойства света.

2. Фотометрия

Источники и приемники света. Энергетические и световые величины в фотометрии. Функция видности. Эталон силы света. Механический эквивалент света. Фотометры.

3. Геометрическая оптика

Геометрическая оптика как предельный случай волновой оптики. Основные законы геометрической оптики. Принцип Ферма. Обратимость световых лучей. Полное внутреннее отражение. Световоды. Волоконная оптика.

Преломление света на сферической поверхности. Центрированные оптические системы. Сферические зеркала. Тонкие линзы. Оптическая сила линзы. Аберрации оптических систем (сферическая и хроматическая аберрации, аберрация кома, астигматизм, дисторсия, кривизна поля изображения). Глаз как оптическая система. Оптические приборы (лупа, микроскоп, телескоп, проекционный аппарат).

4. Интерференция света

Двулучевая интерференция. Сложение монохроматических световых волн. Когерентность. Методы наблюдения интерференции в оптике: опыт Юнга, зеркала Френеля, бипризма Френеля, билинза Бийе, зеркало Ллойда.

Исследование Поля. Двулучевая интерференция при отражении и преломлении света в тонких пластинках. Полосы равного наклона и равной толщины. Кольца Ньютона. Влияние размеров источника и немонохроматичности светового пучка на интерференционную картину. Временная и пространственная когерентность. Многолучевая интерференция. Интерферометры. Применение интерференции.

5. Дифракция света

Принцип Гюйгенса – Френеля. Дифракция Френеля. Зоны Френеля. Объяснение прямолинейного распространения света по волновой теории. Зонная пластинка. Дифракция Френеля на круглом отверстии, на круглом экране, на краю полубесконечного экрана. Дифракция Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на щели и круглом отверстии. Дифракционные решетки. Дисперсия и разрешающая способность решетки. Понятие о голографии. Дифракция света на пространственных решетках. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллах. Формула Вульфа – Брэгга.

Дифракционная природа изображения. Приближение коротких волн. Геометрическая оптика как предельный случай волновой оптики. Разрешающая способность оптических приборов.

6. Поляризация света

Естественный и поляризованный свет. Линейная, эллиптическая и круговая поляризации. Поляризаторы и анализаторы. Закон Малюса. *Поляризация света при отражении и преломлении на границе двух диэлектриков*. Закон Брюстера. Формулы Френеля.

Распространение света в анизотропных кристаллах. Двойное лучепреломление. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Одноосные кристаллы. Поляризация при двойном лучепреломлении. Интерференция плоскополяризованных волн. Искусственная оптическая анизотропия. Поворот плоскости поляризации. Эффект Фарадея. Поляриметры.

7. Взаимодействие света с веществом

Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсии. Методы измерения дисперсии. Основы электронной теории дисперсии. Фазовая и групповая скорости света. Формула Рэлея. Поглощение света. Спектры поглощения. Закон Бугера–Ламберта. Коэффициент поглощения. Механизм поглощения света диэлектриками и металлами. Светофильтры. Цвета тел. Рассеяние света. Прохождение света через оптически неоднородную среду. Закон Рэлея. Зависимость интенсивности рассеянного света от угла рассеяния. Поляризация рассеянного света. Молекулярное рассеяние света. Оптические явления в природе.

8. Элементы квантовой оптики

Фотоны. Энергия фотона. Фотоэлектрический эффект. Закономерности внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Вакуумные фотоэлементы. Масса и импульс фотона. Давление света. Эффект Комптона. Единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная	Иное	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение	2				метод. пособие	опрос
2	Фотометрия	2	1			метод. пособие	сам. раб., опрос
3	Геометрическая оптика	3	1	4		метод. пособие	сам. раб., коллоквиум
	Контрольная работа №1		2				
4	Интерференция света	2	1	2		метод. пособие	сам. раб., опрос
5	Дифракция света	2	1	4		метод. пособие	сам. раб., опрос
6	Поляризация света	2	1	2		метод. пособие	тест, опрос, коллоквиум
7	Взаимодействие света с веществом	3	1			метод. пособие	сам. раб., тест
8	Элементы квантовой оптики	2	2			метод. пособие	сам. раб.
	Контрольная работа №2		2				
ВСЕГО		18	12	12			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**ЛИТЕРАТУРА***Основная*

1. Аксенова, Е. Н. Общая физика. Оптика (главы курса): учебное пособие / Е. Н. Аксенова. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 76 с.
2. Аплеснин, С. С. Задачи и тесты по оптике и квантовой механике: учебное пособие / С. С. Аплеснин, Л. И. Чернышова, Н. В. Филенкова. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 336 с.
3. Гороховатский, Ю. А. Оптика: учебник и практикум для вузов / Ю. А. Гороховатский, И. И. Худякова; под редакцией Ю. А. Гороховатского. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 220 с.
4. Зисман, Г. А. Курс общей физики: учебное пособие: в 3 томах. Том 3: Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. – 7-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, – 2019. – 504 с.
5. Луцевич, А. А. Оптика и квантовая физика : пособие / А. А. Луцевич, В. Ф. Малишевский. – Минск: Издательство ИВЦ Минфина, 2022. – 240 с.
6. Можаров, Г. А. Основы физической оптики: учебное пособие для вузов / Г. А. Можаров. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 196 с.
7. Савельев, И. В. Курс общей физики: учебное пособие для вузов: в 5 томах. Том 4: Волны. Оптика / И. В. Савельев. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 252 с.
8. Фриш, С. Э. Курс общей физики: учебник: в 3 томах. Том 3: Оптика. Атомная физика / С. Э. Фриш, А. В. Тиморева. – 10-е изд. – Санкт-Петербург: Лань, 2021.– 656 с.

Дополнительная

1. Ветрова, В. Т. Физика. Сборник задач /В. Т. Ветрова. – Минск, 2015. – 440 с.
2. Горячев, Б. В. Общая физика. Оптика. Практические занятия : учебное пособие для вузов / Б. В. Горячев, С. Б. Могильницкий. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 92 с.
3. Королёв, Ф. А. Курс физики: Оптика, атомная и ядерная физика / Ф. А. Королёв. – М. : Просвещение, 2001. – 608 с.
4. Ландсберг, Г. С. Оптика / Г. С. Ландсберг. – М. : Физматлит, 2003. – 848 с.
5. Сивухин, Д. В. Общий курс физики. В 5 т. Т. 4. Оптика: Учебное пособие, стер. / Д. В. Сивухин. - М.: Физматлит, 2013. - 792 с.

Для организации самостоятельной работы студентов по дисциплине предполагается использование современных технологий: размещение в сетевом доступе комплекса учебных и учебно-методических материалов (учебной программы, методических указаний к практическим занятиям, списка рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания для самоконтроля и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, контрольных и индивидуальных работ по темам и разделам программы курса.

Рекомендуемые формы контроля знаний:

С целью диагностики знаний, умений и навыков обучающихся по данной дисциплине рекомендуется использовать:

1. индивидуальные задания (УСР);
2. контрольные работы;
3. самостоятельные работы;
4. коллоквиумы по пройденному теоретическому материалу;
5. устный опрос в ходе практических занятий;
6. проверку конспектов лекций студентов;
7. тестирование, включая компьютерное.

Темы самостоятельных работ:

1. Световоды. Волоконная оптика.
2. Методы наблюдения интерференции в оптике: билинза Бийе, зеркало Ллойда.
3. Применение интерференции.
4. Дифракционная природа изображения. Приближение коротких волн. Геометрическая оптика как предельный случай волновой оптики. Разрешающая способность оптических приборов.
5. Искусственная оптическая анизотропия.
6. Зависимость интенсивности рассеянного света от угла рассеяния. Поляризация рассеянного света.

Рекомендуемые темы практических занятий:

1. Плоские электромагнитные волны.
2. Отражение и преломление света. Формулы Френеля.
3. Фотометрические величины.
4. Геометрическая оптика.
5. Интерференция света.
6. Дифракция света.
7. Физические принципы получения и анализа поляризованного света.
8. Дисперсия, поглощение и рассеяние света.

Рекомендуемые темы работ лабораторных занятий:

1. Измерение показателей преломления твердых тел.
2. Изучение спектральных приборов на основе дифракционной решетки и призм.
3. Изучение линз и оптических систем.
4. Изучение микроскопа.
5. Кольца Ньютона.
6. Изучение вращения плоскости поляризации света.
7. Изучение дифракции излучения лазеров на различных структурах.
8. Получение и анализ поляризованного света.

Протокол согласования учебной программы

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Согласования с другими дисциплинами не требуется			

РЕЦЕНЗИЯ

на учебную программу учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Оптика» для студентов специальности

1-40 05 01 Информационные системы и технологии (по направлениям)

Составители: А. А. Луцевич, доцент кафедры общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат педагогических наук, доцент; В. Ф. Малишевский, доцент кафедры общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент; Н. В. Пушкарев, доцент кафедры общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

Представленная учебная программа составлена в соответствии с требованиями к обязательному минимуму содержания учебных программ и компетенциям по учебным дисциплинам на основе образовательного стандарта ОСВО 1-40 05 01 – 2021 от __.__.2021 и учебных планов учреждения высшего образования № 129-21/уч. от 14.05.2021 и № 130-21/уч. от 14.05.2021 по специальности 1-40 05 01 Информационные системы и технологии (по направлениям).

Рецензируемая программа предназначена для методического обеспечения учебной работы при получении высшего образования 1-й ступени в очной форме. Содержание программы включает следующие разделы: пояснительная записка, содержание учебного материала, учебно-методическая карта дисциплины, информационно-методическая часть.

В пояснительной записке указаны цели и задачи изучения дисциплины, результаты изучения на уровне умений, знаний, навыков в соответствии требованиями, предъявляемыми к выпускникам указанной специальности.

В соответствии с учебными планами на изучение дисциплины отводится 108 ч. Аудиторное количество часов 42, из них лекции – 18 ч, практические занятия – 12 ч, лабораторные занятия – 12 ч. Занятия проводятся в 4-ом семестре. Форма текущей аттестации – экзамен. Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Содержание курса представлено восемью разделами: «Введение», «Фотометрия», «Геометрическая оптика», «Интерференция света», «Дифракция света», «Поляризация света», «Взаимодействие света с веществом», «Элементы квантовой оптики». По каждому разделу составлен перечень вопросов, рассмотрение которых позволит сформировать знания, умения и навыки, отвечающие требованиям образовательного стандарта.

Учебно-методической картой дисциплины определены темы и количество часов лекционных, практических и лабораторных занятий на их изучение.

В информационно-методической части рекомендуется актуальная основная и дополнительная литература, указаны методы обучения, темы лабораторных работ, основные формы контроля знаний и практических умений студентов, сформулированы требования к организации самостоятельной работы студентов.

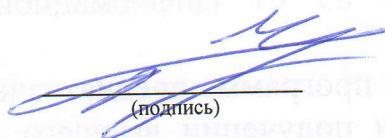
Учебная программа знакомит студентов с фундаментальными физическими теориями, имеет практическую направленность, подводит к основным мировоззренческим выводам; позволяет обеспечить формирование у будущих специалистов системных и прочных знаний по дисциплине «Оптика».

Рецензируемая учебная программа соответствует установленным требованиям к уровню подготовки специалистов высшего образования и может быть рекомендована для утверждения.

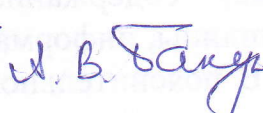
Рецензент:

Чобот Геннадий Михайлович, доцент кафедры физики учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», кандидат физико-математических наук доцент;

Дата 13.06.22


(подпись)

/ Чобот Г.М. /
(фамилия, инициалы)

Подпись Г.М. Чобота
удостоверяю
Начальник ОК С.В. Банер 

РЕЦЕНЗИЯ

на учебную программу учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Оптика» для специальности 1-40 05 01 Информационные системы и технологии (по направлениям)

Составители: А.А. Луцевич, доцент кафедры общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат педагогических наук, доцент; В.Ф. Малишевский, доцент кафедры общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент; Н. В. Пушкарев, доцент кафедры общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

Представленная учебная программа составлена в соответствии с требованиями к обязательному минимуму содержания учебных программ и компетенциям по учебным дисциплинам на основе образовательного стандарта ОСВО 1-40 05 01 – 2021 от __.__.2021 и учебных планов учреждения высшего образования № 129-21/уч. от 14.05.2021 и № 130-21/уч. от 14.05.2021 по специальности 1-40 05 01 Информационные системы и технологии (по направлениям).

В соответствии с учебными планами на изучение дисциплины отводится 108 ч. Аудиторное количество часов 42, из них лекции – 18 ч, практические занятия – 12 ч, лабораторные занятия – 12 ч. Занятия проводятся в 4-ом семестре. Форма текущей аттестации – экзамен. Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Содержание программы включает следующие разделы: пояснительная записка, содержание учебного материала, учебно-методическая карта дисциплины, информационно-методическая часть.

В пояснительной записке указаны цели и задачи преподавания дисциплины, результаты обучения на уровне умений, знаний, владений навыками в соответствии требованиями, предъявляемыми к выпускникам указанной специальности.

Содержание курса представлено восемью разделами: «Введение», «Фотометрия», «Геометрическая оптика», «Интерференция света», «Дифракция света», «Поляризация света», «Взаимодействие света с веществом», «Элементы квантовой оптики». По каждому разделу составлен перечень вопросов, рассмотрение которых позволит сформировать знания, умения и навыки, отвечающие требованиям образовательного стандарта.

Учебно-методической картой дисциплины определены разделы курса и необходимое количество часов лекционных и практических занятий для их изучения.


В информационно-методической части указаны актуальная основная и дополнительная литература, основные формы контроля знаний и практических умений студентов, сформулированы требования к организации самостоятельной работы студентов.

В целом, учебная программа позволяет обеспечить формирование у будущих специалистов системных и прочных знаний по дисциплине «Оптика».

Рецензируемая учебная программа соответствует установленным требованиям к уровню подготовки специалистов высшего образования и может быть рекомендована для утверждения.

Рецензент:

Иванюкович Владимир Александрович, доцент
кафедры информационных технологий в экологии и
медицине образования «Международный
государственный экологический институт им.
А. Д. Сахарова» Белорусского государственного
университета, кандидат физико-математических
наук, доцент


(подпись)

/ Иванюкович В.А. /
(фамилия, инициалы)