Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наливайко Антон Юрьевич
Должность: проректор по научной работе
Дата подписания: 02.11.2023 14:55:41
Уникальный программный ключ:
1a3df673e07fcd54440aceed8bb7e29f4817bf0a

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан транспортного факультета
/П. Итурралде/
«29» 05 2020 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# «Метод спектральных элементов»

Направление подготовки
**16.06.01 Физико-технические науки и технологии**

профиль
**«Механика деформируемого твердого тела»**

Квалификация (степень) выпускника
**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения
**Заочная**

Москва 2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины.

Целью дисциплины является формирование навыков самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности; углубленное изучение теоретических и методологических основ адаптивной оптики.

Задачей дисциплины является формирование навыков работы с оптическими приборами; навыков анализа и обработки экспериментальных данных.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры.

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору Блока 1 основной образовательной программы аспирантуры. Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП: Механика деформируемого твердого тела; Методы определения деформации поверхности оптических элементов; Физико-технические проблемы в науке и технологии; Научно-исследовательская практика.

Для освоения дисциплины необходимы знаниями в области оптики (геометрическая, волновая и квантовая), основ математического анализа и векторной алгебры, умения производить графические построения оптических изображений, навыками работы с графическими редакторами и математическим программным обеспечением.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Основы адаптивной оптики».

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих профессиональных компетенций:

- способностью самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств (ОПК-3);
- способностью участвовать в разработке и реализации проектов по интеграции высшей школы, академической и отраслевой науки, промышленных организаций и предприятий малого и среднего бизнеса (ОПК-4);
- выявлять новые связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения (ПК-3).

*знать:*

• основы оптики;

• теорию деформации пластинок;

• элементную базу квантовых компьютеров.

*уметь:*

• самостоятельно работать с научной литературой;

• работать с измерительными приборами и экспериментальными установками;

• создать экспериментальную установку, необходимую для конкретных физических измерений;

• самостоятельно провести измерения, обработать результаты и представить их в форме, удобной для последующего анализа;

• самостоятельно анализировать полученную информацию и составить отчет с соответствующими выводами и рекомендациями.

*владеть:*

• навыками работы с оптической аппаратурой;

• основами программного моделирования;

• навыками анализа поступающей информации

## 4. Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины (модуля).

Трудоёмкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц (з.е.) или 108 академических часов, в том числе 16 часов аудиторных занятий и 92 часа самостоятельной работы.

### 4.1. Виды учебной работы

Таблица 1

| Виды учебной работы | в зачетных единицах | в академ. часах |
|---|---|---|
| **Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану** | **3** | **108** |
| **Аудиторные занятия:** | **0,11** | **12** |
| Лекции (Лек) | | 6 |
| Практические занятия (ПЗ) | | 6 |
| Исследовательские лабораторные занятия (ИЛЗ) | | |
| **Самостоятельная работа (СР):** | **2,89** | **96** |
| Консультации | | 4 |
| Реферат | | |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | | 92 |
| Вид контроля: экзамен | | |

### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по разделам и видам учебной работы

Таблица 2

| № п/п | Раздел дисциплины (модуля) | Трудоемкость по видам учебной работы (час.) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | всего | очная форма обучения | | | |
| | | | Л | ПЗ | ИЛЗ | СР |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Предмет адаптивной оптики. | 30 | 2 | | | 28 |
| 2 | Классификация адаптивных оптических систем. | 44 | 2 | 2 | | 40 |
| 3 | Адаптивная оптика для медицины. Адаптивная оптика для мощных лазеров | 34 | 2 | 2 | | 30 |
| | Итого: | 108 | 6 | 8 | | 98 |

*Примечание:* Л – лекции, ПЗ – практические занятия, ИЛЗ – исследовательские лабораторные занятия, СР – самостоятельная работа обучающихся;

### 4.3. Тематика аудиторных занятий

Тематика лекционных занятий

Таблица 3

| № раздела | № лекции | Основное содержание | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Предмет адаптивной оптики. | 1 |
| 2 | 2 | Типы корректоров волнового фронта – биморфные зеркала, ЖК модуляторы, МЕМЗы, монолитные зеркала, сегментированные зеркала, мембранные зеркала. | 1 |
| 2 | 3 | Системы фазового сопряжения. Методы и алгоритмы управления управляемыми зеркалами | 1 |
| 2 | 4 | Системы апертурного зондирования и алгоритмы оптимизации. | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Алгоритмы управления зеркалами, принципы построения адаптивных систем. | |
| 2 | 5 | Адаптивные резонаторы. Формирование различных модовых структур методами адаптивной оптики | 1 |
| 3 | 6 | Адаптивная оптика для медицины. Коррекция изображения глазного дна. | 1 |
| | | Итого: | 6 |

Тематика практических (или семинарских) занятий

Таблица 4

| № раздела | № занятия | Наименование | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 2 | 1 | Датчики волнового фронта – интерферометрические, гартмановские, на дифракционных решётках. | 1 |
| 2 | 3 | Полиномы Цернике и атмосферная турбулентность | 1 |
| 2 | 4 | Оптимизация заданных распределений интенсивности лазерных пучков. Методы контроля распределения интенсивности | 1 |
| 3 | 5 | Адаптивная оптика для медицины. Коррекция изображения глазного дна. | 1 |
| 3 | 6 | Адаптивная оптика для мощных лазеров. Применение методов адаптивной оптики для исправления аберраций фемто-секудных лазерных импульсов. | 2 |
| | | Итого: | 8 |

Программой дисциплины исследовательские лабораторные занятия не предусмотрены.

### 4.4. Перечень занятий, проводимых в активной и интерактивной формах

*В активной и интерактивной форме проводятся аудиторные учебные занятия по отдельным разделам и темам дисциплины, указанным в табл. 5*

Таблица 5

| № раздела | Вид аудиторного занятия в активной и/или интерактивной форме и его тематика | Кол-во часов |
|---|---|---|
| 3 | Адаптивная оптика для мощных лазеров | 2 |
| | Итого: | 2 |

## 5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.

В процессе обучения используются следующие оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:

- устный опрос.

Промежуточная аттестация осуществляется в форме экзамена в 4-ом семестре. Экзамен проводится по билетам. Вопросы, содержащиеся в билетах и пример билета приведены в фонде оценочных средств

### 5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Код компетенции | **В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать** |
|---|---|
| 1 | 2 |
| ОПК-3 | способностью самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств |
| ОПК-4 | способностью участвовать в разработке и реализации проектов по интеграции высшей школы, академической и отраслевой науки, промышленных организаций и предприятий малого и среднего бизнеса |
| ПК-3 | выявлять новые связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения |

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплины в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### 5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине.

**ОПК-3 способностью самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств**
**ОПК-4 способностью участвовать в разработке и реализации проектов по интеграции высшей школы, академической и отраслевой науки, промышленных организаций и предприятий малого и среднего бизнеса**
**ПК-3 выявлять новые связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения**

| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **знать:**<br>основы оптики; теорию деформации пластинок; элементную базу квантовых компьютеров. | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основ оптики; теорию деформации пластинок; элементную | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний:<br>основ оптики; теорию деформации пластинок; элементную базу квантовых компьютеров. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний:<br>основ оптики; теории деформации пластинок; элементную базу квантовых компьютеров. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний:<br>основ оптики; теории деформации пластинок; элементную базу квантовых компьютеров |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | базу квантовых компьютеров. | Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей. | | . |
| **уметь:** самостоятельно работать с научной литературой; работать с измерительными приборами и экспериментальными установками; создать экспериментальную установку, необходимую для конкретных физических измерений; самостоятельно провести измерения, обработать результаты и представить их в форме, удобной для последующего анализа; самостоятельно анализировать полученную информацию и составить отчет с соответствующими выводами и рекомендациями. | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет самостоятельно работать с научной литературой; работать с измерительными приборами и экспериментальными установками; создать экспериментальную установку, необходимую для конкретных физических измерений; самостоятельно провести измерения, обработать результаты и представить их в форме, удобной для последующего анализа; самостоятельно анализировать полученную информацию и составить отчет с соответствующими | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: самостоятельно работать с научной литературой; работать с измерительными приборами и экспериментальными установками; создать экспериментальную установку, необходимую для конкретных физических измерений; самостоятельно провести измерения, обработать результаты и представить их в форме, удобной для последующего анализа; самостоятельно анализировать полученную информацию и составить отчет с соответствующими выводами и рекомендациям | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: самостоятельно работать с научной литературой; работать с измерительными приборами и экспериментальными установками; создать экспериментальную установку, необходимую для конкретных физических измерений; самостоятельно провести измерения, обработать результаты и представить их в форме, удобной для последующего анализа; самостоятельно анализировать полученную информацию и составить отчет с соответствующими выводами и рекомендациям | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: самостоятельно работать с научной литературой; работать с измерительными приборами и экспериментальными установками; создать экспериментальную установку, необходимую для конкретных физических измерений; самостоятельно провести измерения, обработать результаты и представить их в форме, удобной для последующего анализа; самостоятельно анализировать полученную информацию и составить отчет с соответствующими выводами и рекомендациями. Свободно оперирует приобретенными |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | выводами и рекомендациями. | и. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей. | и. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических решениях. | умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:** навыками работы с оптической аппаратурой; основами программного моделирования; навыками анализа поступающей информации. | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками работы с оптической аппаратурой; основами программного моделирования; навыками анализа поступающей информации. | Обучающийся в недостаточной степени владеет навыками работы с оптической аппаратурой; основами программного моделирования; навыками анализа поступающей информации. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет навыками работы с оптической аппаратурой; основами программного моделирования; навыками анализа поступающей информации. Частично демонстрирует способность и готовность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся в полном объеме владеет навыками работы с оптической аппаратурой; основами программного моделирования; навыками анализа поступающей информации. Демонстрирует способность и готовность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

**Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной

дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».,

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Оптика и оптическая обработка информации»:

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| Отлично | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| Хорошо | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует не полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации |
| Удовлетворительно | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует не полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, плохо оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками применяет их в простых ситуациях. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации |
| Неудовлетворительно | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

## 6. Образовательные технологии по дисциплине

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии:

при проведении лекционных и практических занятий используются технические средства интерактивного обучения: компьютеры, плакаты, натурные образцы, проектор. Часть материала представляется в виде презентаций.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Основы адаптивной оптики».**

а) основная литература:

1. Общий курс физики: учебное пособие. В 5 т. Т. 4. Оптика [электронный ресурс] Сивухин Д. В. М.: Физматлит 2002 г. 792 с.

Режим доступа: http://www.knigafund.ru/books/207437

2. Адаптивные методы обработки спекл-модулированных оптических полей [электронный ресурс] М.: Физматлит 2009 г. 283 с.

Режим доступа: http://www.knigafund.ru/books/207317

б) дополнительная литература

1. Курс общей физики. Оптика: учебник Алешкевич В. А. [электронный ресурс] М.: Физматлит 2010 г. 336 с.

Режим доступа: http://www.knigafund.ru/books/207591

2. Статистическая радиофизика и оптика. Случайные колебания и волны в линейных системах

Ахманов С. А., Дьяков Ю. Е., Чиркин А. С. [электронный ресурс] М.: Физматлит 2010 г. 424 с

Режим доступа: http://www.knigafund.ru/books/207525

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Лицензионное программное обеспечение (ОС Windows, MS OFFICE)

| Наименование программного обеспечения / ссылка на Интернет-ресурс | Компания-производитель |
|---|---|
| http://www.rsl.ru/ | Российская государственная библиотека |
| http://www.gpntb.ru/ | Государственная публичная научно-техническая библиотека России |
| http://elibrary.ru/ | Научная электронная библиотека |
| http://www.gost.ru/ | Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) |
| http://www.ansi.org/ | ANSI (American National Standards Institute) |
| http://www.iso.org/ | ISO (International Organization for Standardization) |
| http://www.extech.ru/ | Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научно-исследовательский институт — Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы" (ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ) |
| http://www.rfbr.ru/ | Российский фонд фундаментальных исследований |
| http://www.shareware.com/ | Служба поиска свободно распространяемого программного обеспечения |
| http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm, | Международный научно-образовательный сайт EqWorld |

| | |
|---|---|
| http://www.mi.ras.ru | Сайт Математического института им. В.А. Стеклова Российской Академии наук |
| http://lib.mami.ru/ | Научно-техническая библиотека университета машиностроения |
| http://e.lanbook.com/ | Электронно-библиотечная система издательства «Лань» |
| http://iprbookshop.ru | Электронно-библиотечная система IPRbooks |
| http://www.biblio-online.ru | Электронно-библиотечной системе издательства «Юрайт» |
| http://cyberleninka.ru | Электронный ресурс «КиберЛенинка» |
| www.scopus.com | Реферативная база данных Scopus |
| Springer Protocols – www.springerprotocols.com<br>Springer Materials – www.springermaterials.com<br>Springer Images – www.springerimages.com<br>Zentralblatt MATH – www.zentralblatt-math.org/zbmath/en | Ресурсы издательства Springer |

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Компьютерный класс кафедры «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов», оснащенный компьютерами с установленным программным обеспечением и выходом в сеть Internet, маркерной доской, подвесным проектором с интерактивной доской.

Аудитория общего фонда, оснащенная аудиторной доской, столами, стульями (столами со скамьями)

Лаборатория оснащенная: микроскопом Metam P1, микротвердомером ПМТ-3, Установка для ультразвуковой приварки контактов, Переносной фотоэлектрический модуль с различными преобразователями; установка для импульсной диагностики режимов работы систем металлизации и контактов полупроводниковых структур

Читальные зал библиотеки, оснащенный компьютерной техникой с выходом в сеть Internet и сеть Университета.

Приложение
к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

**Направление подготовки:** 16.06.01 Физико-технические науки и технологии

Профиль
«Механика деформируемого твердого тела»
Форма обучения: очная

**Кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»**

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

# ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

## Метод спектральных элементов

Квалификация (степень) выпускника
**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Москва, 2020 год

Таблица 1

**ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**

| **МЕТОД СПЕКТРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ФГОС **16.06.01 Физико-технические науки и технологии** | | | | | |
| В процессе освоения данной дисциплины аспирант формирует и демонстрирует следующие **компетенции**: | | | | | |
| **КОМПЕТЕНЦИИ** | | **Перечень компонентов** | **Технология формирования компетенций** | **Форма оценочного средства**** | **Степени уровней освоения компетенций** |
| **ИН-ДЕКС** | **ФОРМУЛИРОВ-КА** | | | | |
| ОПК-3 | способностью самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств | ***знать:*** • основы оптики; • теорию деформации пластинок; • элементную базу квантовых компьютеров; ***уметь:*** • самостоятельно работать с научной литературой; • работать с измерительными приборами и экспериментальными установками; • создать экспериментальную установку, необходимую для конкретных физических измерений; • самостоятельно провести измерения, обработать результаты и представить их в форме, удобной для последующего анализа; • самостоятельно анализировать полученную информацию и составить отчет с соответствующими выводами и рекомендациями; ***владеть:*** • навыками работы с оптической | лекция, практическое занятие, самостоятельная работа | УО, Э | **Базовый уровень** - способен проводить экспериментальные исследования с применением адаптивной оптики. **Повышенный уровень** - способен проводить экспериментальные исследования с применением адаптивной оптики, проводить выбор оптимальных методов и оборудования. |
| ОПК-4 | способностью участвовать в разработке и реализации проектов по интеграции высшей школы, академической и отраслевой науки, промышленных организаций и | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | предприятий малого и среднего бизнеса | аппаратурой;<br>• основами программного моделирования;<br>• навыками анализа поступающей информации | | | |
| ПК-3 | выявлять новые связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения | | | | |

## Описание оценочных средств

**1. Примерные вопросы для устного опроса по дисциплине:**

1. Датчики волнового фронта – интерферометрические;
2. Датчики волнового фронта – гартмановские;
3. Датчики волнового фронта – на дифракционных решётках;
4. Полиномы Цернике и атмосферная турбулентность
5. Оптимизация заданных распределений интенсивности лазерных пучков.
6. Методы контроля распределения интенсивности

**2. Вопросы для проведения экзамена по дисциплине:**

1. Предмет адаптивной оптики.
2. Типы корректоров волнового фронта – биморфные зеркала;
3. ЖК модуляторы, МЕМЗы, монолитные зеркала;
4. Сегментированные зеркала, мембранные зеркала.
5. Системы фазового сопряжения.
6. Методы и алгоритмы управления управляемыми зеркалами
7. Системы апертурного зондирования и алгоритмы оптимизации.
8. Алгоритмы управления зеркалами, принципы построения адаптивных систем.
9. Адаптивные резонаторы.
10. Формирование различных модовых структур методами адаптивной оптики
11. Адаптивная оптика для медицины.
12. Коррекция изображения глазного дна.

# Пример экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»
Дисциплина Оптика и оптическая обработка информации
Направление 16.06.01 Физико-технические науки и технологии
Курс 2, семестр 4

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3.

1. Предмет адаптивной оптики.
2. Формирование различных модовых структур методами адаптивной оптики.

Утверждено на заседании кафедры «  »  _____  201_  г., протокол № ___.

Зав. кафедрой  _____ /А.А.Скворцов/