



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»

Программа кандидатского экзамена

СК-РП-15.1-04-22

Факультет подготовки специалистов высшей квалификации



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе

А.А. Куркин

«6» апреля 2022 г

Кафедра «Энергетические установки и тепловые двигатели»

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2.5.20

«СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ
(ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)»

Область науки:

2. Технические науки

Группа научных специальностей:

2.5. Машиностроение


Наименование отрасли науки, по которой
присуждаются ученые степени:

технические науки

Научная специальность

2.5.20 Судовые энергетические уста-
новки и их элементы (главные и вспо-
могательные)

Нижний Новгород 2022

| | |
|---|---|
|  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации |
| | федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева» |
| | Программа кандидатского экзамена |
| СК-РП-15.1-04-22 | Факультет подготовки специалистов высшей квалификации |

Программа предназначена для методического сопровождения процесса подготовки аспирантов (соискателей) к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.5.20 «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)».

Программа составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре - приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951.
2. Паспорт научной специальности 2.5.20 «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры научных специальностей, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118.
3. Учебный план НГТУ по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.5.20 «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)».

РЕКОМЕНДОВАНА кафедрой «Энергетические установки и тепловые двигатели» (ЭУиТД)

протокол № 3 от "5" апреля 2022г.

Заведующий кафедрой «ЭУиТД»

к.т.н, доц. _____

подпись

Хрунков С.Н.

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана факультета подготовки специалистов высшей квалификации


личная подпись

Трубочкина Е.Л.

расшифровка подписи


«6» апреля 2022 г

дата

| | |
|---|--|
|  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования |
| | <i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i> |
| | Программа кандидатского экзамена |
| СК-РП-15.1-04-22 | Факультет подготовки специалистов высшей квалификации |

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Общие положения | 4 |
| 2 | Программа кандидатского экзамена по специальности 2.5.20 «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)» | 4 |
| 3 | Дополнительная программа | 9 |
| | Приложение. Пример оформления дополнительной программы | 10 |

| | |
|---|---|
|  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации |
| | федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева» |
| | Программа кандидатского экзамена |
| СК-РП-15.1-04-22 | Факультет подготовки специалистов высшей квалификации |

1. Общие положения

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине состоит из двух частей:

1) основная программа по специальности, разработанной в соответствии с паспортом научной специальности 2.5.20 «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)»;

2) дополнительной программы, разрабатываемой аспирантом (соискателем).

Экзаменационные билеты должны включать 2-3 вопроса из основной программы и 1-2 вопроса из дополнительной программы.


2. Программа кандидатского экзамена по специальности 2.5.20 «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)»

Программа составлена в соответствии с паспортом специальности 2.5.20 «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)», с опорой на следующие дисциплины: Судовые энергетические установки, Техническая термодинамика, Гидродинамика, Аэродинамика, Теплопередача, Строительная механика корабля. Программа разработана с учетом рекомендаций экспертного совета по проблемам флота и кораблестроению Высшей аттестационной комиссии.

2.1. Принцип действия, состав и основные показатели судовых энергетических установок

Дизельные установки. Состав дизельных установок, их характеристики и область применения. Топливо и масла, применяемые в ДВС. Классификация судовых ДВС. Конструктивное устройство ДВС. Потери и КПД ДВС. Мощность ДВС. Теория рабочих процессов в ДВС. Циклы поршневых ДВС. Утилизация тепловых потерь ДВС. Скоростные и нагрузочные характеристики ДВС. Мощностные ряды, массогабаритные и экономические показатели ДВС. Особенности поршневых ДВС новых схем и конструкций.

Паротурбинные установки. Состав и область применения ПТУ. Основные массогабаритные и экономические показатели ПТУ и их основных элементов. Теория и основные положения методов расчета парогенераторов, турбин, зубчатых передач и конденсаторов. Теория паровых циклов. Анализ цикла Ренкина с учетом необратимых потерь. Цикл с промежуточным перегревом пара. Регенеративный цикл. Бинарные циклы ПТУ. Рабочие процессы и тепловые схемы ПТУ. Основы расчета тепловых и энергетических балансов ПТУ. Топливо и масла, применяемые в ПТУ.

| | |
|---|---|
|  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации |
| | федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева» |
| | Программа кандидатского экзамена |
| СК-РП-15.1-04-22 | Факультет подготовки специалистов высшей квалификации |

Газотурбинные установки. Состав и область применения ГТУ. Основные массогабаритные и экономические показатели установок, главных агрегатов двигателей. Методы расчета двигателей. Цикл газотурбинных двигателей. Устройство, принцип действия и основные положения методов расчета газовых турбин, компрессоров, регенераторов и воздухоохладителей. Компоновка ГТУ, их классификации и тепловые схемы при полных и частичных нагрузках. Рабочие процессы и эксплуатационные характеристики судовых ГТД. ГТД замкнутого цикла. ГТУ с ядерными реакторами. Топливо и масла, применяемые в ГТУ.

Ядерные энергетические установки. Состав, основные характеристики и область применения судовых ЯЭУ. Принцип действия и устройство энергетических реакторов с водой под давлением (ВВРД) и кипящих реакторов (ВВПК). Характеристики судовых ЯЭУ с реакторами, охлаждаемыми водой. ЯЭУ с реакторами, в которых используется газообразный и жидкометаллический теплоноситель. Основы энергетического расчета ЯЭУ. Условия работы и основные показатели паропроизводящих установок в режиме естественной циркуляции. Особенности размещения ЯЭУ в корпусе судна.


Установки с прямым (безмашинным) преобразованием энергии. Принцип действия и возможные пути прямого преобразования тепловой энергии в электрическую. Термоэлектрические генераторы. Цикл термоэлектрической установки. Термоэмиссионные генераторы. Цикл установки с термоэмиссионным генератором. Электрохимические генераторы. Удельные характеристики энергетических установок с электрохимическими генераторами. Магнетогидродинамические генераторы. Цикл МГД установки.

Энергетические установки судов с системами электродвижения. Принципиальные схемы, состав и характеристики элементов систем электродвижения и рабочие процессы в них. Особенности энергетических установок со сверхпроводниковым криогенным оборудованием.

Методы анализа эффективности циклов. Методы сравнения термических КПД обратимых циклов. Методы сравнения КПД в необратимых циклах. Энтропийный метод расчета потерь работоспособности в необратимых циклах. Энергетический метод расчета потерь работоспособности.

2.2. Прикладные вопросы гидро-газодинамики и теплопередачи в элементах энергетических установок

Течения жидкости и газа. Безотрывное и отрывное течение жидкости. Переход от ламинарного к турбулентному режиму течения. Отрыв пограничного слоя. Течение жидкости в трубах. Одномерное течение газа. Уравнение неразрывности. Уравнение энергии. Уравнение количества движения. Расчет реактивной силы. Адиабатное те-

| | |
|---|---|
|  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации |
| | федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева» |
| | Программа кандидатского экзамена |
| СК-ПП-15.1-04-22 | Факультет подготовки специалистов высшей квалификации |


чение газа с трением. Течение в трубе постоянного сечения. Давление подогреваемого газа в трубе. Расчет газовых течений с помощью газодинамических функций. Осреднение параметров неравномерного потока. Течение газа в соплах и каналах. Ускорение газового потока. Сверхзвуковое сопло. Нерасчетные режимы истечения из сопла Лавала. Скачки уплотнения. Прямые и косые скачки. Взаимодействие скачков уплотнения с пограничным слоем. Общие условия перехода дозвукового течения к сверхзвуковому и обратно. Основные закономерности течения в турбинных и компрессорных решетках.

Теплообмен. Конвективный теплообмен. Система основных уравнений теплообмена в потоке сжимаемого газа. Интегральные уравнения плоского стационарного пограничного слоя на непроницаемой поверхности. Распределение касательных напряжений скоростей, плотности теплового потока и температуры в плоском пограничном слое. Турбулентный обмен. Связь между коэффициентами турбулентной теплопроводности и вязкости. Теплоотдача при конденсации пара на твердых поверхностях. Основные уравнения теплообмена при пленочной конденсации насыщенного пара. Ламинарное и турбулентное течения пленки на вертикальной поверхности. Капельная конденсация, теплоотдача при конденсации пара внутри трубы и на внешней поверхности горизонтальной трубы. Теплоотдача при кипении жидкости. Теплоотдача при пузырьковом кипении. Пузырьковое кипение в большом объеме жидкости при свободной конвекции. Пузырьковое кипение при вынужденной конвекции. Теплоотдача при пленочном кипении. Критические плотности теплового потока, вызывающие изменения режима кипения. Гидродинамическая природа кризисов в механизме кипения жидкости. Критерий устойчивости двухфазного граничного слоя при свободной конвекции в большом объеме жидкости (первый кризис режима кипения). Переход от пленочного режима кипения к пузырьковому (второй кризис режима кипения). Теплообмен излучением в поглощающих средах. Уравнение переноса энергии в поглощающей среде. Уравнения излучения в поглощающей среде. Теплопередача. Сложный теплообмен и теплопередача. Теплопередача через стенку. Интенсификация процессов теплопередачи. Тепловая изоляция.

Теплообменные аппараты. Типы теплообменных аппаратов. Основные положения теплового расчета теплообменных аппаратов поверхностного типа. Теплообменные смесительные аппараты. Гидромеханический расчет теплообменных аппаратов. Основные понятия гидродинамической устойчивости прямоточных теплообменных аппаратов при фазовых превращениях теплообменивающихся сред.

2.3. Основы оценки прочности элементов энергетических установок

Устойчивость упругих систем. Потеря устойчивости. Критические силы и методы их определения. Устойчивость рам. Устойчивость кругового кольца и цилиндриче-

| | |
|---|--|
|  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева» |
| | Программа кандидатского экзамена |
| | СК-РП-15.1-04-22 |
| Факультет подготовки специалистов высшей квалификации | |

ской оболочки. Устойчивость подкрепленной цилиндрической оболочки. Устойчивость круглой пластины и шарнирно-опорной прямоугольной пластины. Колебания упругих систем. Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Поперечные, продольные и крутильные колебания. Порядок динамического расчета системы. Свободные поперечные колебания системы с несколькими степенями свободы. Свободные крутильные колебания такой системы. Поперечные колебания балки с распределенной массой. Приближенные способы определения основной части свободных колебаний упругой системы. Определение критического числа оборотов вращающегося вала.

2.4. Защита от вибрации и шума судовых энергетических установок


Вибрация и шум, возбуждаемые при работе энергетических установок и при движении сред в трубопроводах и каналах. Частотный анализ вибрации и шума. Нормирование вибрации и шума. Средства защиты от вибрации. Активная и пассивная защита. Виброизоляция, вибропоглощение и виброгашение. Амортизация оборудования энергетических установок. Виброзадерживающие и поглощающие массы. Вибропоглощающие покрытия. Средства защиты от шума. Звукоизолирующие и звукопоглощающие материалы и конструкции. Глушение шума при всасывании воздуха в воздушных каналах и в газоотводных системах. Акустические требования к расположению механизмов. Основы конструирования защитной амортизации судовых энергетических установок. Конструкции амортизаторов, их характеристики. Требования к расположению амортизаторов.

2.5. Проектирование судовых энергетических установок

Выбор типа СЭУ. Размещение, выбор типа и компоновка ЭУ. Массогабаритные показатели ЭУ. Нагрузка судна по разделу «машинная установка». Управление и амортизация СЭУ.

2.6. Испытания, эксплуатация и надежность СЭУ

Содержание и задачи технической эксплуатации СЭУ. Техническое использование, техническое обслуживание и организация технической эксплуатации СЭУ. Анализ особенностей режима работы СЭУ в различных условиях эксплуатации. Методика выбора оптимального режима работы. Особенности режимов работы установок судов с электродвижением, гидропередачей, на подводных крыльях и воздушной подушке. Методы анализа и расчета аварийных, переходных и установившихся режимов работы судовых комплексов корпус судна – винты – движители. Техническое обслуживание основных элементов СЭУ. Система технического обслуживания СЭУ: виды, периодичность, технология и организация работ. Принципы формирования си-

| | |
|---|--|
|  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования |
| | <i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i> |
| | Программа кандидатского экзамена |
| СК-РП-15.1-04-22 | Факультет подготовки специалистов высшей квалификации |


стемы технического обслуживания. Надежность, выносливость и расчет по предельному состоянию. Основные понятия теории надежности. Краткие сведения о статических методах в строительной механике машин. Оценка надежности при переменных напряжениях. Накопление усталостных повреждений при нестационарном режиме. Эквивалентные напряжения и коэффициент запаса. Расчет по предельным состояниям и предельным нагрузкам. Требования к надежности установок и их основного оборудования. Виды отказов, методы расчетного и статистического определения показателей надежности. Маневренность СЭУ. Техничко-экономическая эффективность СЭУ. Экологические вопросы при проектировании СЭУ.

2.7. Береговое техническое обслуживание СЭУ

Надежность СЭУ. Термины и понятия (ремонтпригодность, долговечность, безотказность), показатели надежности. Режимы и модели эксплуатации СЭУ. Циклы эксплуатации. Характер изменения мощности в период непрерывной работы СЭУ. Принципы и методы определения показателей безотказности СЭУ и отдельного оборудования. Ремонтпригодность, основные показатели. Виды и периодичность технического обслуживания и заводских ремонтов СЭУ. Долговечность, основные показатели. Основные факторы, влияющие на долговечность оборудования. Основные методы прогнозирования и подтверждения показателей долговечности на стадии разработки и испытаний. Техническая диагностика СЭУ. Основные термины. Понятия, цели и задачи диагностирования. Принципы исследования энергетического оборудования как объекта диагностики. Модель технического состояния. Методы диагностирования. Диагностические модели. Средства технической диагностики СЭУ: датчики, аппаратура, применение вычислительной техники, структурная организация СТД. Эффективность различных методов технического диагностирования оборудования СЭУ.

2.8 Список литературы


1. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М., Наука, 1976.
2. Акимов П.П. Судовые автоматизированные энергетические установки. Учебник. Транспорт, 1980.
3. Алексеев Г.Н. Общая теплотехника. Учебное пособие. М., Высшая школа, 1980 г.
4. Артемов Г.А., Волошин В.П., Захаров Ю.П., Шквар А.Я. Судовые энергетические установки. Л., Судостроение, 1991.
5. Вудворд Дж. Морские газотурбинные установки. Л., Судостроение, 1979.
6. Голубев Н.В. Проектирование энергетических установок морских судов (общие вопросы). Учебное пособие. Л., Судостроение, 1980 г.

| | |
|---|---|
|  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации |
| | федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева» |
| | Программа кандидатского экзамена |
| СК-РП-15.1-04-22 | Факультет подготовки специалистов высшей квалификации |

7. ДВС: динамика и конструирование. Под ред. Луконина В.Н. Учебник. М., Высшая школа, 1995.
8. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. М., Наука, 1979.
9. Клюкин И.И. Борьба с шумом и звуковой вибрацией на судах. Л., Судостроение, 1974.
10. Круглов М.Г., Меднов А.А. Газовая динамика комбинированных ДВС. М., Машиностроение, 1988.
11. Курзон А.Г., Маслов Л.А. Судовые турбинные установки. Л., Судостроение, 1991.
12. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М., Наука, 1978.
13. Максимов Ю.И. Новые источники и преобразователи электрической энергии на судах. Учебное пособие. Л., Судостроение, 1980.
14. Нелепин Н.А. Автоматическое управление судовыми энергетическими установками. Учебник. Л., Судостроение, 1986.
15. Основы трибологии (трение, износ, смазка) Учебник. Э.Д. Браун, Н.А. Буше и др. М., Изд. Наука и техника, 1995.
16. Ракицкий Б.В. Судовые ядерные энергетические установки. Л., Судостроение, 1976.
17. Слободянюк Л.И., Поляков В.И. Судовые паровые и газовые турбины и их эксплуатация. Учебное пособие. Л.; Судостроение, 1983.
18. Сорока Я.Х. Теория и проектирование судовых газотурбинных двигателей. Л.; Судостроение, 1982.
19. Топунов А.М. Теория судовых турбин. Л.; Судостроение, 1982 г.
20. Шаманов Н.П., Пейч Н.Н., Дядик А.Н. Судовые ядерные паропроизводящие установки. Учебник. Л., Судостроение, 1990 г.

3 Дополнительная программа

Дополнительная программа, самостоятельно составляемая аспирантом (соискателем), включает в себя титульный лист, не менее 15 вопросов по теме диссертации и не менее 15 источников литературы. Дополнительная программа должна быть подписана научным руководителем и согласована с деканом факультета подготовки специалистов высшей квалификации. Пример оформления дополнительной программы приведен в Приложении.

| | |
|---|---|
|  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации |
| | федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева» |
| | Программа кандидатского экзамена |
| СК-РП-15.1-04-22 | Факультет подготовки специалистов высшей квалификации |

ПРИЛОЖЕНИЕ

Пример оформления дополнительной программы

Минобрнауки России

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА**

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФСВК

_____ Р.Ш. Бедретдинов


«__» _____

Дополнительная программа

к кандидатскому экзамену


по специальности 2.5.20 – Судовые энергетические установки и их элементы
(главные и вспомогательные)

Нижний Новгород 2022

| | |
|---|--|
|  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования |
| | <i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i> |
| | Программа кандидатского экзамена |
| СК-РП-15.1-04-22 | Факультет подготовки специалистов высшей квалификации |


Дополнительная программа экзамена по специальности

1. Общие сведения о контрольно-измерительных приборах контроля, назначение и классификация, погрешность и класс точности.
2. Назначение и конструкции приборов измерения давления, единицы измерений давлений. Классификация приборов давления по назначению, конструкции.
3. Назначение и конструкция приборов измерения температуры. Единицы измерений температуры. Классификация приборов измерения температуры по назначению и конструкции.
4. Назначение и конструкция приборов измерения частоты вращения. Единицы измерений частоты вращения. Классификация приборов измерения частоты вращения по назначению и конструкции.
5. Приборы измерения уровня. Назначение и принцип работы механических и электрических приборов. Система дистанционного замера уровня пневмеркаторного типа.
6. Приборы для измерения эффективной мощности, конструкции торсиометров. Гидравлический тормоз Юнкерса. Назначение и принцип работы.
7. Приборы для определения степени равномерности распределения мощности по цилиндрам. Назначение и конструкции.
8. Статические характеристики автоматических систем. Степень неравномерности регулирования.
9. Динамические характеристики автоматических систем. Понятие нечувствительности и устойчивости автоматической системы.
10. Элементы автоматических систем и устройств. Чувствительные и измерительные элементы. Назначение и конструкции датчиков. Примеры применения датчиков.
11. Назначение и принцип работы регулятора оборотов непрямого действия.
12. Назначение и принцип работы регулятора частоты вращения прямого действия.
14. Назначение, применение и задачи, выполняемые системой дистанционного автоматического управления (ДАУ).
15. Параметры автоматизации вспомогательных котлов. Принцип автоматической работы топчного устройства.
16. Терморегуляторы, устройство, принцип работы, область применения.

| | |
|---|---|
|  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации |
| | федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева» |
| | Программа кандидатского экзамена |
| СК-РП-15.1-04-22 | Факультет подготовки специалистов высшей квалификации |

Список литературы

1. Конструкция и принципы работы утилизационных котлов. 1. Ерофеев В.Л., Семенов П.Д., Пряхин А.С. Теплотехника в 2 т. том 1. Термодинамика и теория теплообмена. М.: Издательство Юрайт, 2016. – 308 с.
2. Ерофеев В.Л., Пряхин А.С., Семенов П.Д. Теплотехника в 2 т. том 2. Энергетическое использование теплоты. М.: Издательство Юрайт, 2016. – 199 с.
3. Олейников Б.И. Энергетические установки и электрооборудование судов. Часть 1. Судовые энергетические установки. – СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2017. – 748 с.
4. Гаврилов В.В. Судовые двигатели внутреннего сгорания. СПб.: СПГУВК, 2011. – 228 с.
5. Гаврилов В.В. Рабочие процессы и динамика судовых двигателей внутреннего сгорания. – СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2017. – 224 с.
6. Пахомов Ю.А. Судовые энергетические установки с двигателями внутреннего сгорания –М.: ТрансЛит, 2007, – 528 с.
7. Денисенко Н. И., Костылев И. И. Судовые котельные установки. СПб.: «Элмор», 2005, – 288 с.
8. Жуков В.А, Пряхин А.С., Мельник О.В. Основы химмотологии. Эксплуатационные материалы двигателей внутреннего сгорания. СПб.: Изд-во ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова, 2016, – 128 с.
9. Пахомов Ю.А. Основы научных исследований и испытаний тепловых двигателей М.: ТрансЛит, 2014, – 432 с.
10. Конкс Г.А., Лашко В.А. Мировое судовое дизелестроение. Концепции конструирования, анализ международного опыта. М.: Машиностроение. – 2005. – 512 с.
11. Конструирование двигателей внутреннего сгорания / Н.Д. Чайнов, Н.А. Иващенко, А.Н. Краснокутский, Л.Л. Мягков; под ред. Н.Д. Чайнова. –М.: Машиностроение. – 2008. – 496 с.
12. Пахомов Ю.А., Коробков Ю.П., Дмитриевский Е.В., Васильев Г.Л. Топливо и топливные системы судовых дизелей. М.: ТрансЛит. – 2007. – 496 с.

| | |
|---|--|
|  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева» |
| | Программа кандидатского экзамена |
| | СК-РП-15.1-04-22 |
| Факультет подготовки специалистов высшей квалификации | |

13. Безюков О. К., Жуков В. А., Тимофеев В.Н. Охлаждение транспортных ДВС, – СПб: Изд-во ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова. – 2015. – 272 с.

14. Костылев И.И., Петухов В.А. Котельные установки с органическими теплоносителями. СПб: Изд-во ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова. – 2013. – 104 с.

15. Безюков О.К., Жуков В.А. Судовые турбомашины. СПб: Изд-во ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова. – 2021. – 100 с.

Научный руководитель

к.т.н., доцент

С.Н. Хрунков