

УЧЕБНАЯ ПЛАН-ПРОГРАММА

дисциплины «Методы научных исследований»

(раздел «Ранговый анализ: философия, методология, практика»)

□ Задача

Задачей освоения дисциплины «Методы научных исследований» является формирование у обучающихся теоретических и практических основ методологии научных исследований в области электроэнергетики, электроснабжения, электропотребления и энергосбережения с применением методологии рангового анализа. Освоение дисциплины предполагает: углубление и закрепление у обучающихся теоретической подготовки по математическому циклу дисциплин; развитие практических умений по проведению исследований, обработке, анализу и оформлению результатов. Знания и навыки, полученные в процессе изучения материала дисциплины, могут быть использованы в выпускной квалификационной работе.

□ Цели

1. Философски осмыслить объект исследования (региональный электротехнический комплекс) в понятиях современной науки о технике и технической реальности – достигается изучением темы 1.

2. Получить представление о новейшей математической методологии исследования и оптимизации рассматриваемого объекта (регионального электротехнического комплекса) – достигается изучением темы 2.

3. Освоить и внедрить современные эффективные методы оптимального управления исследуемым объектом (региональным электротехническим комплексом) – достигается изучением темы 3.

□ Форма – очная (с упором на самостоятельную работу).

□ Время – 17 недель (как правило, один семестр).

□ Мотивация

Примерно со второй половины XX века ученые и практики стали все чаще замечать, что традиционные методы расчета, проектирования и прогнозирования технических систем, основанные на классической математической статистике, далеко не всегда дают корректные результаты. Так, построенное и пущенное в ход промышленное предприятие может потреблять электроэнергию в два и более раз меньше, чем было рассчитано на стадии проектирования. Огромная электростанция десятки лет остается постоянно загруженной лишь на 20 – 30 %, а большой город в зимнюю стужу может в одночасье полностью лишиться теплоснабжения. В чем причина подобных крупных ошибок, приводящих к техногенным ката-

строфам, а также неэффективному расходованию миллиардов долларов (причем не только в России)? Видеть проблему только в нерадивости проектировщиков и управленцев было бы в корне неверным. Причина лежит гораздо глубже. Дело в том, что мы зачастую пытаемся в процессе создания и управления большими техническими системами типа крупное предприятие, фирма, район, город, регион применять методологию, которая предназначена для отдельных технических изделий. А это ошибочно, подобные объекты – техноценозы обладают существенной спецификой.

Человек создает техническую реальность, что для большинства из нас очевидно. Однако есть другой, далеко не очевидный вопрос: а управляет ли человек в полном смысле этого слова плодами рук своих? Есть ли на современном промышленном предприятии хоть один менеджер, который честно может ответить на данный вопрос утвердительно? Скорее всего – нет. Большинство из них, не покрывив душой, скажет, что наоборот, это технические изделия, сложные технологические процессы и окружающая инфраструктура в основном «управляют» людьми, работающими на предприятии. Директора, заместители, руководители подразделений и служб зачастую воспринимают происходящие вокруг них процессы как трудно управляемую и не прогнозируемую стихию, а важные управленческие решения принимают чисто интуитивно, руководствуясь личным опытом и советами подчиненных. Отсюда масса промахов и ошибок, создающих опасность крупных техногенных катастроф, снижающих эффективность производства и в конечном итоге делающих предприятия неконкурентоспособными. Для эффективного управления современным промышленным предприятием всем руководителям от начальника смены до генерального директора надо овладеть и внедрять новую методологию, основанную на техноценологических подходах. Это позволит корректно в режиме реального времени обрабатывать поступающую статистическую информацию, постоянно видеть свое предприятие как целостную систему и быстро принимать адекватные эффективные управленческие решения.

□ Тематика

Тема 1. Современное осмысление технической реальности.

Позволяет впервые рассмотреть окружающую нас технику в предельно широком смысле как техническую реальность, равномошную по отношению к реальностям неживой и биологической. Это, в свою очередь, позволяет решить три основные мировоззренческие задачи: во-первых, поставить реальности окружающего мира в объективный ряд «неживая – биологическая – техническая»; во-вторых, насытить онтологическим содержанием понятие техноэволюции и описать в общих чертах реальность гипертехническую, следующую за технической; в-третьих, ввести понятие

техноценоза как ключевой эволюционирующей единицы технической реальности, отличающей ее от предшествующих реальностей.

Тема 2. Ранговый анализ больших технических систем.

Представляет собой принципиально новую методологию, позволяющую исследовать техноценозы (регионы, города, районы, предприятия, фирмы, магазины, группировки войск). Коренным образом отличается от существующих методов анализа и синтеза технических систем типа отдельное изделие (автомобиль, компьютер, телевизор, пылесос). Ключевым является то, что к техноценозам неприменима методология, основанная на классической теории вероятностей и математической статистике. Здесь необходимо применять теорию, основанную на так называемой негауссовой математической статистике, оперирующей ранговыми распределениями и законом оптимального построения техноценозов.

Тема 3. Управление электропотреблением на системном уровне.

Методика является результатом исследований, проводимых научной школой профессора В.И. Гнатюка, отражает передовые рубежи мировой науки в данной области и представляет собой «ноу-хау». Она позволяет в процессе энергосбережения задействовать системный уровень оперативного и структурного управления, который ранее никем не использовался. При этом в режиме реального времени осуществляются процедуры формирования базы данных по электропотреблению, выявления аномальных объектов, прогнозирования, нормирования, потенцирования и динамического моделирования. Это дает возможность организациям и предприятиям извлекать из процесса энергосбережения дополнительные конкурентные преимущества и новые ресурсы бюджетной экономии, создает научные предпосылки оптимального расходования средств на проведение энергоаудита и последующее внедрение энергосберегающих технологий. Уже первый (организационный) этап реализации методики позволяет экономить до 10 – 15 % от объемов ежегодных выплат за потребляемую электроэнергию без капитальных вложений. Последующее (на втором этапе) оптимальное внедрение энергосберегающих технологий и технических решений еще больше увеличивает экономию средств. В свою очередь, менеджмент предприятия получает уникальный инструментарий, позволяющий эффективно управлять электротехническим комплексом в условиях динамично развивающейся промышленности и вероятных инфраструктурных изменений. Кроме того, методика управления электропотреблением закладывает научно-методические предпосылки для создания современных программно-аппаратных решений для мониторинга электропотребления на уровне регионального электротехнического комплекса. Это, в свою очередь, позволяет в режиме реального времени отслеживать состояние объектов и правильно оценивать перспективные параметры развития регионального электроэнергетического комплекса (прежде всего, регионально-генерирующего и регионального транспортно-сетевого комплексов).

□ Тематический план

№ п/п	Наименования тем, модулей, учебных вопросов (гиперссылки на источник информации)	Литература (см. список)	Время освоения
1	Тема 1. Современное осмысление технической реальности		4 недели
2	Модуль 1.1. Понятие о технике и техноценозах ➤ Обсуждение вопроса «Что такое техника?». ➤ Капповское осмысление техники. ➤ Классическое определение техноценоза. ➤ Понятие информации. ➤ Коренное различие роли информации в биологической и технической реальностях. ➤ Первичное определение техники. ➤ Понятие техники как технической реальности.	[4-6]	1 неделя
3	Модуль 1.2. Техническая реальность в окружающем мире ➤ Объективность технических изделий. ➤ Специфика техноценозов. ➤ Отличие техноценоза от технического изделия. ➤ Онтологическая сущность техноценозов. ➤ Всеобщность технической реальности. ➤ Классификационная таблица реальностей. ➤ Характеристические параметры реальностей. ➤ Неживая реальность. ➤ Биологическая реальность. ➤ Техническая реальность. ➤ Гиперценоз и гипертехническая реальность.	[4-6]	1 неделя
4	Модуль 1.3. Техноэволюция и технический прогресс ➤ Коренная особенность человека. ➤ Техника в контексте ноосферных проблем. ➤ Проблема оценки эффективности техники. ➤ Проблема трансцендентности техноценозов. ➤ Определение техноэволюции. ➤ Первая узловая точка технического прогресса. ➤ Тенденции, формирующие техноценоз. ➤ Вторая узловая точка технического прогресса. ➤ Специфика исследования техноценозов. ➤ Оптимальное управление техноценозом.	[4-6]	1 неделя
5	ИКЗ (раздел 1): эссе на тему, указанную преподавателем в задании.	[4-6]	1 неделя
6	Тема 2. Ранговый анализ больших технических систем (техноценозов)		5 недель
7	Модуль 2.1. Общее содержание рангового анализа	[4-6,9-14,16]	1 неделя

№ п/п	Наименования тем, модулей, учебных вопросов (гиперссылки на источник информации)	Литература (см. список)	Время освоения
8	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Определение рангового анализа. ➤ Место рангового анализа в общей методологии. ➤ Понятие распределения. ➤ Понятие случайной величины. ➤ Случайность в техноценозе. ➤ Понятия негауссовости и ципфовости гиперболических распределений. ➤ Понятие безгранично делимого распределения. ➤ Определение распределения Ципфа. ➤ Определения видовых и ранговых распределений. ➤ Аппроксимация распределений. ➤ Этапы рангового анализа. <p>Модуль 2.2. Построение ранговых и видовых распределений</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Трудности процедур рангового анализа. ➤ Выделение техноценоза. ➤ Определение перечня видов. ➤ Задание и всесторонний анализ видообразующих параметров. ➤ Параметрическое описание техноценоза. ➤ Построение табулированного рангового распределения. ➤ Построение графического рангового видового распределения. ➤ Построение графических ранговых параметрических распределений. ➤ Построение видового распределения. ➤ Аномальные отклонения в видовом распределении. 	[4-6,9-14,16]	1 неделя
9	<p>Модуль 2.3. Оптимизационные процедуры рангового анализа</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Три задачи оптимизации техноценозов. ➤ Оптимизационные процедуры. ➤ Первая оптимизационная процедура. ➤ Вторая оптимизационная процедура. ➤ Третья оптимизационная процедура. ➤ Четвертая оптимизационная процедура. ➤ Определения номенклатурной и параметрической оптимизации. ➤ Процедура параметрического нормирования. ➤ Параметрическая оптимизация по функциональным параметрам. ➤ Смысл интегрирования распределений. ➤ Применение к техноценозу первого и второго начал термодинамики. ➤ Тонкие процедуры рангового анализа. 	[4-6,9-14,16]	1 неделя

№ п/п	Наименования тем, модулей, учебных вопросов (гиперссылки на источник информации)	Литература (см. список)	Время освоения
10	Модуль 2.4. Алгоритмы и критерии оптимизации техноценозов <ul style="list-style-type: none"> ➤ Основные понятия ТЦ-оптимизации. ➤ Общий алгоритм оптимизации техноценоза. ➤ Параметрическая оптимизация по функциональным параметрам. ➤ Номенклатурная оптимизация техноценоза. ➤ Параметрическая оптимизация по видообразующим параметрам. ➤ Локальная статическая оценка эффективности. ➤ Процесс-критерий эффективного развития техноценоза. ➤ Каноническая формулировка закона оптимального построения техноценозов. ➤ Следствия из закона оптимального построения. ➤ Основная система уравнений закона. ➤ ТЦ-критерии параметрической и номенклатурной оптимизации. ➤ Параметрическое нормирование в техноценозе. ➤ Параметрический синтез в техноценозе. 	[4-6]	1 неделя
11	Практикум «Реализация расчетно-графических модулей информационно-аналитического комплекса применительно к встроенной базе данных техноценоза по электропотреблению».	[4-6]	1 неделя
12	Тема 3. Управление электропотреблением и энергосбережение на системном уровне		8 недель
13	Модуль 3.1. Методика оптимального управления электропотреблением техноценоза <ul style="list-style-type: none"> ➤ Уровни исследований в области энергосбережения. ➤ Методика оптимального управления электропотреблением техноценоза. ➤ Тонкие процедуры рангового анализа. ➤ Верификация базы данных. ➤ Интервальное оценивание рангового параметрического распределения по электропотреблению. ➤ Дифлекс-анализ рангового параметрического распределения. ➤ Прогнозирование электропотребления объектов. ➤ GZ-анализ рангового параметрического распределения. ➤ Понятие коэффициента когерентности. ➤ Нормирование электропотребления. ➤ ASR-анализ рангового распределения. 	[4-6]	1 неделя

№ п/п	Наименования тем, модулей, учебных вопросов (гиперссылки на источник информации)	Литература (см. список)	Время освоения
14	Модуль 3.2. Моделирование процесса электропотребления техноценоза <ul style="list-style-type: none"> ➤ Недостатки статической модели. ➤ Алгоритм динамической модели. ➤ Модельные преобразующие функции электропотребления. ➤ Ключевые параметры преобразующих функций. ➤ Динамика изменения формы нормального распределения. ➤ Матрицы, формируемые по результатам модельной реализации. 	[4-6]	1 неделя
15	Модуль 3.3. Эффективность и потенциал энергосбережения техноценоза <ul style="list-style-type: none"> ➤ Интегральный показатель качества внедрения методологии. ➤ Интегральный показатель затрат на внедрение методологии. ➤ Критерий эффективности внедрения методологии. ➤ ТЦ-алгоритм оптимизации. ➤ Первый уровень оптимизации. ➤ Выпуклый анализ гиперпространства оптимизации. ➤ Второй уровень оптимизации. ➤ Постановка задачи динамического программирования. ➤ Критерий-функционал оптимизации. ➤ Принцип оптимальности Беллмана. ➤ Оптимальное управляющее воздействие. ➤ Потенциал энергосбережения техноценоза. 	[4-6]	1 неделя
16	Модуль 3.4. Структура GZ-модуля прогнозирования динамической адаптивной модели <ul style="list-style-type: none"> ➤ G-методы прогнозирования. ➤ G-метод прогнозирования с помощью авторегрессионной модели. ➤ G-метод декомпозиции временных рядов. ➤ Z-методы прогнозирования. ➤ Z-метод без деления на кастовые зоны. ➤ Z-метод без деления на кастовые зоны с фиксированной первой точкой. ➤ Z-метод с делением на кастовые зоны. ➤ GZ-матрица. 	[4-6]	1 неделя
17	Модуль 3.5. Проверка адекватности полученных результатов моделирования <ul style="list-style-type: none"> ➤ Замысел оценки адекватности. ➤ Абсолютная ошибка прогнозирования. 	[1-6,15]	1 неделя

№ п/п	Наименования тем, модулей, учебных вопросов (гиперссылки на источник информации)	Литература (см. список)	Время освоения
18	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Коэффициент вариации. ➤ Относительная ошибка. ➤ Вторая процедура оценки адекватности. ➤ Проверка остатков на наличие выбросов. ➤ Проверка остатков по критерию Пирсона. ➤ Оценка однородности дисперсий остатков. ➤ Выявление сериальной корреляции остатков. ➤ Тест остатков моделирования на белый шум. ➤ Проверка адекватности по критерию Фишера. Модуль 3.6. Реализация методологии оптимального управления электропотреблением в Mathcad	[4-6]	1 неделя
19	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Импорт, сортировка и визуализация данных. ➤ Верификация исходной базы данных. ➤ Проверка на соответствие N-распределению. ➤ Аппроксимация ранговых распределений. ➤ Интервальное оценивание техноценоза. ➤ Прогнозирование электропотребления гауссовым методом. ➤ Прогнозирование электропотребления ципфовым методом. ➤ Нормирование электропотребления в техноценозе. ➤ Потенширование в техноценозе. ➤ Оценка адекватности работы динамической адаптивной модели. ИКЗ (раздел 2): расчетно-графическая работа «Реализация расчетно-графических модулей информационно-аналитического комплекса для заданной базы данных по электропотреблению».	[1-16]	2 недели
20	Экзамен по курсу дисциплины	[1-16]	

□ Литература

1. Айвазян С.А. и др. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607 с.
2. Анализ временных рядов. Вып. 1. Прогноз и управление / Под ред. Дж. Бокса и Г. Дженкинса. – М.: Издательство Мир, 1974. – 406 с.
3. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Издательство «Наука», 1978. – 399 с.
4. Гнатюк В.И. Техника, техносфера, энергосбережение [Сайт] / В.И. Гнатюк. – Электронные текстовые данные. – М.: [б.и.], [2000]. – Режим доступа: <http://www.gnatukvi.ru>, свободный.

5. Гнатюк В.И. Закон оптимального построения техноценозов. – Выпуск 29. Ценологические исследования. – М.: Издательство ТГУ – Центр системных исследований, 2005. – 384 с.
6. Гнатюк В.И. Закон оптимального построения техноценозов [Монография] / В.И. Гнатюк. – 3-е изд., перераб. и доп. – Электронные текстовые данные. – Калининград: [Изд-во КИЦ «Техноценоз»], [2019]. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/ind.html>, свободный.
7. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. – М.: Наука, 1978. – 832 с.
8. Королюк В.С., Портенко Н.И., Скороход А.В. и др. Справочник по теории вероятностей и математической статистике. – М.: Издательство «Наука», 1985. – 640 с.
9. Кудрин Б.И. Введение в технетику. – Томск: Изд-во ТГУ, 1993. – 552 с.
10. Кудрин Б.И., Жилин Б.В. и др. Ценологическое определение параметров электропотребления многономенклатурных производств. – Тула: Приокск. кн. изд-во, 1994. – 122 с.
11. Надтока И.И., Седов А.В. Системы контроля, распознавания и прогнозирования электропотребления: Модели, методы, методики, алгоритмы и средства. – Ростов-на-Дону: Ростовский университет, 2002. – 320 с.
12. Фуфаев В.В. Ценологическое определение параметров электропотребления, надежности, монтажа и ремонта электрооборудования предприятий региона. – М.: Центр системных исследований, 2000. – 320 с.
13. Хайтун С.Д. Проблемы количественного анализа науки. – М.: Издательство «Наука», 1989. – 280 с.
14. Чайковский Ю.В. О природе случайности. – Выпуск 18. Ценологические исследования. – М.: Центр системных исследований, 2001. – 279 с.
15. Шуп Т. Решение инженерных задач на ЭВМ. – М.: Мир, 1982. – 238 с.
16. Яблонский А.И. Математические модели в исследовании науки. – М.: Издательство «Наука», 1986. – 352 с.

□ Рекомендации

В курсе дисциплины изучаются философские и математические основы, а также прикладная расчетная методология рангового анализа, которые позволят обучающемуся решать задачи оптимального построения и эффективного развития исследуемого объекта (предприятия, организации).

Курс в основном базируется на знаниях, полученных обучающимся в ходе изучения следующих вузовских дисциплин: философия, экономика, математика, физика, информатика, ТОЭ и электрические машины. В свою очередь, на основе знаний, полученных в рамках курса, впоследствии разрабатываются отдельные разделы выпускной квалификационной работы.

Курс включает тринадцать последовательных профессионально ориентированных учебных модулей, объединенных в три тематических блока.

При изучении первой темы основное внимание обучающимся следует уделить философскому обоснованию понятий «техника», «техноценоз»,

«техническая реальность», «техносфера», «техноэволюция». Необходимо четко представить диалектический ряд реальностей «неживая – биологическая – техническая – гипертехническая», обращая внимание на сходство и различия, а также роль фундаментальной информации в реальностях. Ключевыми в теме являются понятия «техника» и «техноценоз».

Во второй теме курса важнейшим является первый модуль, посвященный изучению теоретических основ рангового анализа. Особое внимание, наряду с теоретическими вопросами, обучающимся следует обращать на тщательное уяснение технологических этапов рангового анализа. Отличительной особенностью второй темы является больший упор на математические методы и дисциплины вузовского цикла. Ключевой в теме является система уравнений закона оптимального построения техноценозов.

Третья тема является в большей степени прикладной и предназначена для освоения обучающимся методологии рангового анализа на примере оптимального управления электропотреблением региональных электротехнических комплексов. При этом необходимо уяснить статическую и динамическую модели, обращая особое внимание на ключевые процедуры оптимального управления: интервальное оценивание, прогнозирование, нормирование и потенцирование. Ключевым в данной теме является **информационно-аналитический комплекс, реализуемый в Mathcad**.

В курсе дисциплины используется дидактическая микромодель обучения с активным использованием блочно-модульного построения учебного плана, кейс- и сетевых технологий. При этом основными источниками информации являются ([здесь можно посмотреть список](#)):

- авторский интернетсайт Гнатюк В.И. Техника, техносфера, энергосбережение [Сайт] / В.И. Гнатюк. – Электронные текстовые данные. – М.: [б.и.], [2000]. – Режим доступа: <http://www.gnatukvi.ru>, свободный;

- основной учебник по курсу Гнатюк В.И. Закон оптимального построения техноценозов [Монография] / В.И. Гнатюк. – 3-е изд., перераб. и доп. – Электронные текстовые данные. – Калининград: [Изд-во КИЦ «Техноценоз»], [2019]. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/ind.html>, свободный.

С целью закрепления материала обучающиеся в период самостоятельной работы выполняют индивидуальное контрольное задание (ИКЗ), которое состоит из двух разделов: эссе и расчетно-графической работы (РГР). Первый раздел составляет эссе на заданную тему объемом до 10 страниц. Второй раздел составляет РГР «Реализация расчетно-графических модулей информационно-аналитического комплекса для заданной базы данных по электропотреблению» объемом до 30 страниц. [Здесь можно посмотреть подробное задание, а также варианты эссе и РГР](#).

В качестве эмпирического материала в РГР используются **реальные данные, собранные по предприятию (организации)**. На их основе необходимо сформировать базу данных, применительно к которой должны быть реализованы все расчетно-графические модули, изученные обучающимся в

процессе освоения курса. Пояснительная записка (отчет) по ИКЗ включает в себя отчетные материалы по обоим разделам задания (см. пример).

По дисциплине выполняются лабораторные работы (см. подробнее), посвященные исследованию методов мониторинга электропотребления.

Итоговой оценкой по дисциплине является оценка, полученная по результатам экзамена (здесь можно посмотреть контрольные вопросы для подготовки). К экзамену допускаются обучающиеся, успешно выполнившие практические задания, защитившие ИКЗ и лабораторные работы.

□ Цифровой след

- файлы информационно-аналитического комплекса;
- файлы пояснительной записки (отчета) по ИКЗ;
- файлы отчетов по лабораторным работам.

□ Ссылки

- http://gnatukvi.ru/index.files/uch_pr_vip.pdf – учебная программа;
- <http://gnatukvi.ru/ind.html> – основной источник информации;
- http://gnatukvi.ru/zip_files/pres_zakon.zip – презентация по курсу;
- http://gnatukvi.ru/zip_files/task_mcd.zip – исходные файлы ИАКОМ;
- <http://gnatukvi.ru/index.files/iakom.pdf> – пример выполнения ИАКОМ;
- http://gnatukvi.ru/index.files/liter_mni.pdf – основная литература;
- http://gnatukvi.ru/index.files/ikz_mni.pdf – содержание ИКЗ;
- http://gnatukvi.ru/zip_files/ikz_baza.zip – база данных для ИКЗ;
- http://gnatukvi.ru/index.files/ikz_mni_prim.pdf – образец отчета ИКЗ;
- http://gnatukvi.ru/index.files/labry_mni.pdf – лабораторные работы;
- http://gnatukvi.ru/index.files/vopros_mni.pdf – контрольные вопросы.

□ Об авторе



Виктор Иванович Гнатюк

Доктор технических наук, профессор кафедры электрооборудования судов и электроэнергетики Калининградского государственного технического университета. Руководитель научной школы (имеет 11 успешно защитившихся учеников – кандидатов наук), автор более 500 научных трудов, в том числе: 24 монографий, 2 учебников, 50 книг, 43 патентов, 55 отчетов по НИОКР. Один из ведущих в России специалистов в области техноценологических методов анализа и синтеза крупных инфраструктурных объектов (техноценозов). В настоящее время внедряет методику оптимального управления электропотреблением на ряде отечественных предприятий.