

方向：13.04.02 电力工程和电气工程
学位：硕士；项目：硕士
硕士项目名称：电力工程
培训形式：全日制
部门开发人员“电站，电网与供电系统”



South Ural State University
National Research University

风能

教授: Evgeny Solomin, 博士
院系: 电站, 电网和供电系统,
俄罗斯联邦车里雅宾斯克



方向：13.04.02 电力工程和电气工程
学位：硕士；项目：硕士
硕士项目名称：电力工程
培训形式：全日制
部门开发人员“电站，电网与供电系统”



South Ural State University
National Research University

学科：风能

该计划面向风电专业的学生，科学家和工程师，面向初学者和科技学者。

他们将学习风力涡轮机和风力发电场的所有已知类型，类别和工作原理，并且学习具有参数优化功能的组件设计和开发方法，现场适应性确定方法以及其经济性

章节	章节名称，本学科的主题
①	简介
②	风电场选址
③	风电标准
④	风力发电机技术
⑤	风力发电机组件开发方法
⑥	风力发电机经济性
⑦	风电安全

- 该课程的总课程为4个ECTS学分或100个小时，其中包括29个小时的讲座，13个小时的实践课交流时间，8个小时的实验室实践课交流时间，50个小时的自学时间，其中包括对实验室和实践课的培训以及针对考试的练习时间



方向：13.04.02 电力工程和电气工程
学位：硕士；项目：硕士
硕士项目名称：电力工程
培训形式：全日制
部门开发人员“电站，电网与供电系统”



South Ural State University
National Research University

章节内容与讲座主题

1	简介	环境影响，全球变暖和化石燃料枯竭。 风力发电的历史和统计数据。 世界风能装机容量（年，累计，世界产量）。 风能开发经验（欧洲，中国，美国，俄罗斯-海上，陆上风电场）。
2	风电场选址	全球能源转换。 风力发电厂在陆地和海上的放置。
3	风电标准	基本术语。IEC国际标准。 国家和地方标准（选学）。
4	风力发电机技术	风能的主要用途，主要参数。 风力发电厂（风力涡轮机）的分类。 集中式和分散式（自治）风能。 大型和小型风力涡轮机，并网式和自主式风力涡轮机的优缺点。 功率因数和速度。
5	风力发电机组件开发方法	叶片轮廓的计算和开发，测试和优化 风力涡轮机转子的开发，强度计算和优化。 自制的风力涡轮机。 基于混合动力的变速箱，照明系统的开发，包括太阳能模块和垂直轴风力发电机。 电气连接和电路（用于大型和小型风力涡轮机）。 风力发电厂电路设计的基本概念。 塔/桅杆和基础的开发，计算，优化。 海上风力发电机基础。 安装大型和小型风力发电厂。 开发透视多层小型垂直轴流风力发电厂（选学）。 混合动力综合体和系统（选学）。
6	风力发电机经济性	能源生产和经济。 风电场以及风电场规划。风能经济学净现值（NPV）（选学），统一能源成本（LCoE）（选学）。
7	风电安全	风电场/公园故障选项。 风能行业的伤害。 通用和单个设备的安装，维护，修理。营救和疏散。



方向：13.04.02 电力工程和电气工程
 学位：硕士；项目：硕士
 硕士项目名称：电力工程
 培训形式：全日制
 部门开发人员“电站，电网与供电系统”



South Ural State University
 National Research University

实践课程总结

1	简介	<p>解决问题的能力：计算剩余的化石燃料（石油，天然气，煤炭，铀）排放T_o、T_g、T_c、T_u所需的时间。</p> <p>解决问题的方法：了解大气中的二氧化碳质量，其自然年吸收量和人为贡献，计算温室效应将在多长时间内引起全球性问题。计算与人为排放相比，火山贡献温室效应的份额。</p> <p>解决问题：计算全球人为力量对全球能源平衡的贡献P_a及其份额$P_a\%$。</p> <p>解决问题的能力：根据所在城市的海拔高度（asl）计算位置下沉的时间。</p> <p>解决问题的方法：计算风力发电是否可以满足人类的电力需求，我们是否有足够的领土，安装的成本和时间是多少？</p>
2	风电场选址	<p>解决问题的方法：在参考温度和压力（RTP）下确定空气密度ρ。</p> <p>解决问题的方法：计算不同高度H上的空气密度ρ。</p> <p>解决问题的方法：计算每日，每月和每年的平均风速。</p> <p>解决问题的方法：使用风向和风向的可重复性来计算风向。</p> <p>解决问题的方法：根据以h高度为单位的的风速u_h计算基于H高度的风速u_H。</p> <p>解决问题的方法：风速概率，积分和微分可重复性。</p> <p>解决问题的方法：了解测量数据，确定平均风速u_m，最期望的（可能的）风速并进行比较。</p> <p>解决问题的方法：使用已知的年平均风速u_m建立瑞利分布。</p> <p>每年风速（可能）超过$1.5 \cdot u_m$多少小时？</p> <p>解决问题的方法：风速每年超过几小时。</p> <p>找出有用产出的时间T_s。风$u_{min} < P < u_{max}$的概率。</p> <p>解决问题的方法：计算风力等级的风速u_i。</p> <p>风电场将建在海拔692 m的高原上。</p> <p>使用（3）估算WPDR（瑞利分布，$K=1.91$）。</p> <p>这代表什么风向？</p> <p>评估计算出的风力等级的商业可行性。</p>
3	风电标准	<p>讨论：风力发电标准（IEC, ISO, AS, ANSI, BS, GOST）</p>
4	风力发电机技术	<p>解决问题的方法：确定风轮机P_w的比功率与空气流量P_a的比功率，并计算最大效率。</p> <p>解决问题的方法：确定额定风速u_N的特定功率密度P_d和切断风速u_{cutoff}。</p> <p>解决问题的方法：由于叶片尖端的线速度可能超过风速数倍（最高为9），因此可能会超过音速。</p> <p>当风力涡轮机叶片尖端的速度u_B超过音速u_s时，确定风速。当$u_B > u_s$时会发生什么影响？</p> <p>解决问题的方法：画出知道NACA/CAHI名称的机翼（轮廓）。</p> <p>解决问题的方法：确定在v处移动的给定和弦b的雷诺数R。</p> <p>解决问题的方法：在给定的要求和条件下，确定叶片的长度l和翼型。</p> <p>确定转子功率负载P_L。</p> <p>解决问题的方法：计算交流发电机参数。建立电损耗，输出电压，输出功率，效率的图表。</p>
5	风力发电机经济性	<p>解决问题的方法：计算风电场的功率p等于空中电线建设成本c</p>



方向：13.04.02 电力工程和电气工程
学位：硕士；项目：硕士
硕士项目名称：电力工程
培训形式：全日制
部门开发人员“电站，电网与供电系统”



South Ural State University
National Research University

实验室课程总结

1	简介	视频:01-01 全球气候变暖 视频:01-02 化石燃料 视频:01-03 如果所有的冰融化，地球会变成什么样
2	风电场的选址	视频:02-01 风电历史 视频:02-02 中国的风电 视频:02-03 金风中国领导者 视频:02-04 中国路线图2050
3	风电标准	视频:03-01 西门子电力发电厂 视频:03-02 内部风力发电机1 视频:03-02 内部风力发电机2 (测试) 附加 PDF: 03-03 风力发电机SWT-3.6-120技术规格 附加: 03-04 SWT-3.6-120风力发电机组计划和测试 附加: 03-05 中国风电综述：现状与未来 测试: 风力发电机的分类
4	风力发电机技术	视频:04-i 蒙太奇 VAWT; 05-i 蒙太奇 HAWT
5	风力发电机组件开发方法	视频:05-01 风力发电机的运行 图片:05-01 由数据库绘图翼型 视频:05-02 叶片强度试验 视频:05-03 同步和异步发电机(差异) 测试:05-10 风力发动机的性能和效率测试 (书面形式)
7	风电安全	视频:7-01 失败案例 ... 7-07 失败案例 视频:7-08 损伤 ... 7-12 损伤 视频:7-13 空中交通维护



方向：13.04.02 电力工程和电气工程
学位：硕士；项目：硕士
硕士项目名称：电力工程
培训形式：全日制
部门开发人员“电站，电网与供电系统”



South Ural State University
National Research University

实验室成果代表



测量设备t

计算机仿真

风力发电机

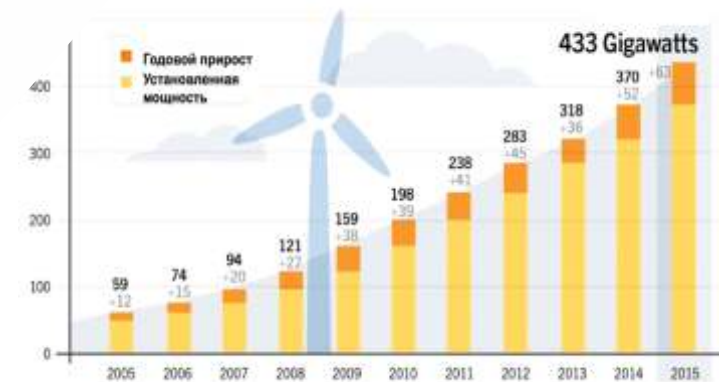
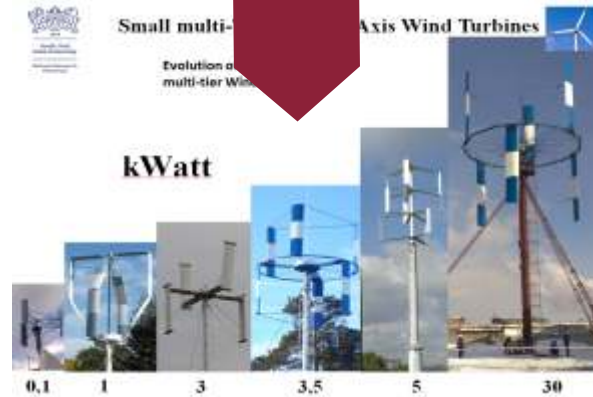
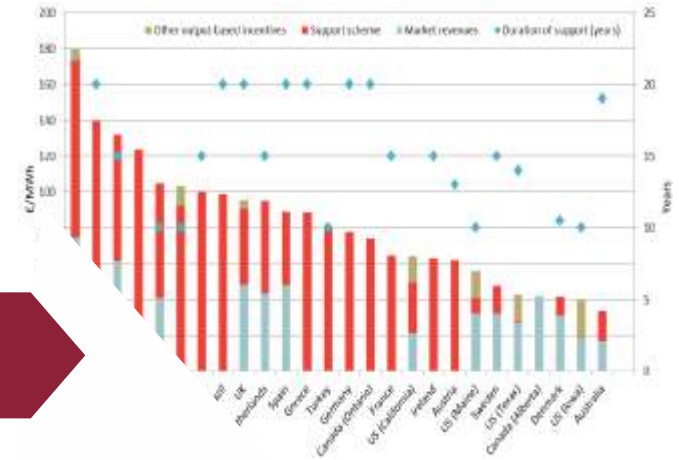


方向：13.04.02 电力工程和电气工程
 学位：硕士；项目：硕士
 硕士项目名称：电力工程
 培训形式：全日制
 部门开发人员“电站，电网与供电系统”



South Ural State University
 National Research University

I课程学习中行业应用示例



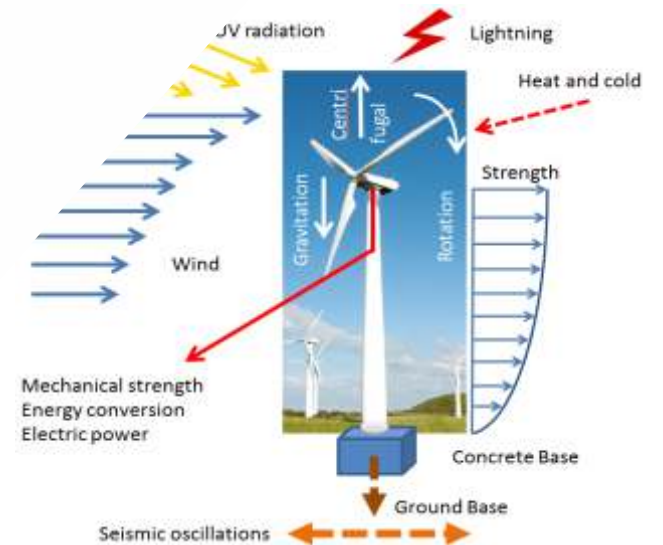
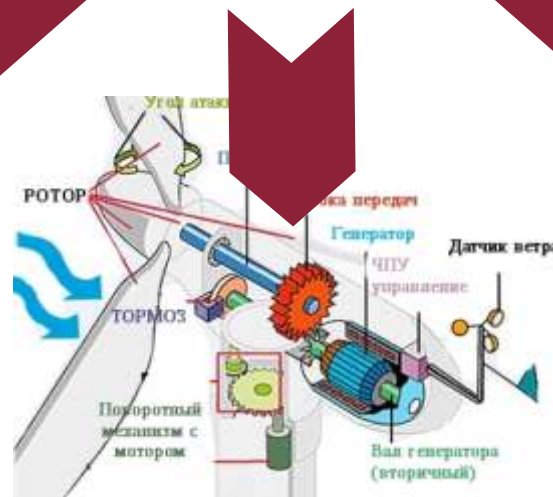


方向：13.04.02 电力工程和电气工程
学位：硕士；项目：硕士
硕士项目名称：电力工程
培训形式：全日制
部门开发人员“电站，电网与供电系统”



South Ural State University
National Research University

实验课程学习中行业应用示例



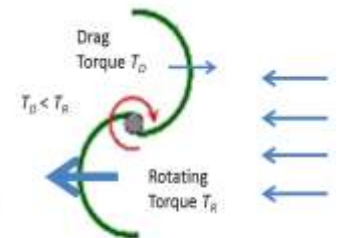
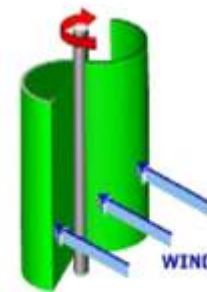
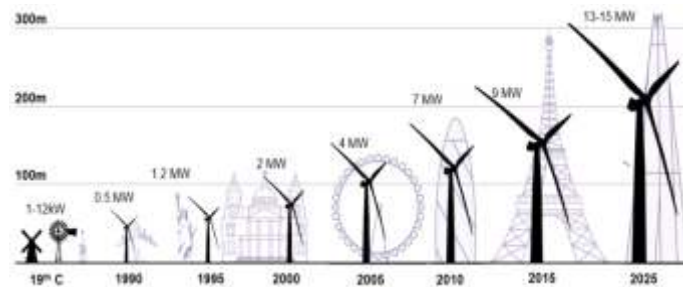
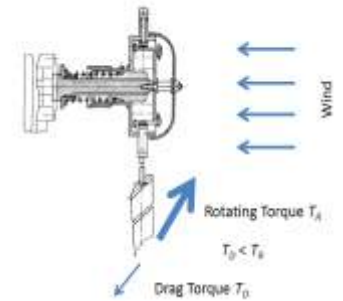
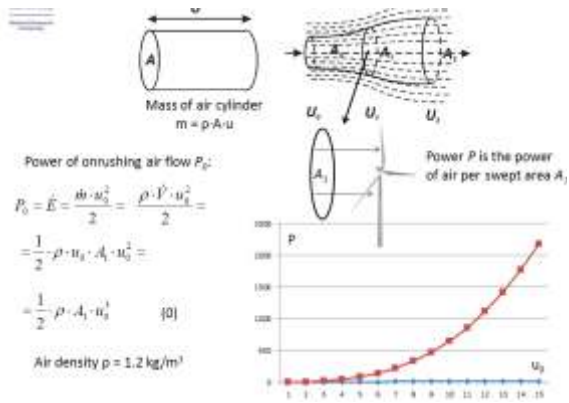


方向：13.04.02 电力工程和电气工程
 学位：硕士；项目：硕士
 硕士项目名称：电力工程
 培训形式：全日制
 部门开发人员“电站，电网与供电系统”



South Ural State University
 National Research University

实践课程学习中行业应用示例





方向：13.04.02 电力工程和电气工程
学位：硕士；项目：硕士
硕士项目名称：电力工程
培训形式：全日制
部门开发人员“电站，电网与供电系统”



South Ural State University
National Research University

学科学习目标:

获得专业理论和实践能力;

风能系统的发展原则，基于风能的功能系统的优化与设计。

本科目与专业圈的联系:

安装，调试和可再生能源发电厂的操作;

分布式能源供应的分散式能源供应系统；

电站的整体使用情况。

所学课程与最终证书相关联，最终证书的表现形式是完成合格的科研工作，该科研工作的主题由学生选择，并需要得到指导老师的批准。

每个学生与最终证书相关的科研工作与课程的学习同时进行。